

С.А.Куркин, В. М. Ховов, А. М. Рыбачук

ТЕХНОЛОГИЯ, МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Атлас

*Допущено Министерством высшего и среднего специального образования
СССР в качестве учебного пособия для студентов машиностроительных
специальностей вузов*

Москва
• Машиностроение •
1989

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	Ошибка! Закладка не определена.
1. ТРАНСПОРТНЫЕ ОПЕРАЦИИ (ЛИСТЫ 1 ... 12).....	5
ПОЯСНЕНИЯ К ЛИСТАМ 1... 12	5
ГРУЗОЗАХВАТНЫЕ УСТРОЙСТВА И МАНИПУЛЯТОРЫ.....	5
Грузозахватные устройства (лист 1).....	5
Манипуляторы (лист 2).....	5
Шарнирно-сбалансированные манипуляторы (рис. 5,6).....	5
КОНВЕЙЕРЫ	6
Роликовые и пластинчатые конвейеры (лист 3).....	6
Подвесные конвейеры (листы 4 ... 6).....	6
Шаговые конвейеры (листы 7,8).....	8
Автоматическая транспортная система и автоматизация складирования (лист 9).....	9
ЗАГРУЗОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА.....	10
Механизмы шаговой подачи (лист 10).....	10
Магазинные загрузочные устройства (лист 11).....	10
Бункерные загрузочные устройства (лист 12).....	11
2. ЗАГОТОВИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО (ЛИСТЫ 13 ... 22).....	Ошибка! Закладка не определена.
ПОЯСНЕНИЯ К ЛИСТАМ 13... 22	Ошибка! Закладка не определена.
ОПЕРАЦИИ ЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	Ошибка! Закладка не определена.
Резка и обработка кромок (листы 14 ... 17).....	Ошибка! Закладка не определена.
Гибка (листы 18 ... 20).....	Ошибка! Закладка не определена.
ЛИНИИ ЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА	Ошибка! Закладка не определена.
Компоновка оборудования заготовительных линий (листы 21, 22). Ошибка! Закладка не определена.	
3. СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ (ЛИСТЫ 23... 90).....	Ошибка! Закладка не определена.
ПОЯСНЕНИЯ К ЛИСТАМ 23... 90	Ошибка! Закладка не определена.
СВАРОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ И ЭЛЕМЕНТЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ Ошибка! Закладка не определена.	
Электронно-лучевая сварка. Лазерная сварка (лист 30).....	Ошибка! Закладка не определена.
Ультразвуковая сварка. Холодная сварка (лист 37).....	Ошибка! Закладка не определена.
Наплавка (листы 41 ... 46).....	Ошибка! Закладка не определена.
СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.....	Ошибка! Закладка не определена.
Элементы сборочных приспособлений (листы 47 ... 56).....	Ошибка! Закладка не определена.
Компоновка сборочно-сварочных приспособлений. (листы 57, 58). Ошибка! Закладка не определена.	
РОБОТЫ.....	Ошибка! Закладка не определена.
Кинематические схемы (листы 59 ... 64).....	Ошибка! Закладка не определена.
Датчики положения сварочного инструмента (листы 71 ... 74). Ошибка! Закладка не определена.	
Роботизированные технологические комплексы (листы 75 ... 80). Ошибка! Закладка не определена.	
4. БАЛОЧНЫЕ И РЕШЕТЧАТЫЕ КОНСТРУКЦИИ (ЛИСТЫ 91 ... 126).....	Ошибка! Закладка не определена.
ПОЯСНЕНИЯ К ЛИСТАМ 91... 126	Ошибка! Закладка не определена.
БАЛКИ	Ошибка! Закладка не определена.
Сборка и сварка двутавровых балок (листы 91 ... 93).....	Ошибка! Закладка не определена.
Поточная линия изготовления двутавровых балок (лист 94).....	Ошибка! Закладка не определена.
Непрерывное производство сварных балок (лист 95).....	Ошибка! Закладка не определена.
Сварные балки из прокатных двутавров (листы 96 ... 97).....	Ошибка! Закладка не определена.
Элементы промышленных зданий (лист 98).....	Ошибка! Закладка не определена.
Стержни коробчатого сечения (лист 99).....	Ошибка! Закладка не определена.
Серийное производство балок (листы 100, 101).....	Ошибка! Закладка не определена.
РАМЫ.....	Ошибка! Закладка не определена.
Изготовление рамы вагона (листы 102 ... 104).....	Ошибка! Закладка не определена.
Изготовление рам (листы 105, 106).....	Ошибка! Закладка не определена.
КРАНОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ.....	Ошибка! Закладка не определена.
Мостовые краны (лист 107).....	Ошибка! Закладка не определена.
Изготовление главной балки (лист 108).....	Ошибка! Закладка не определена.
Изготовление элементов мостового крана (лист 109).....	Ошибка! Закладка не определена.
Соединение главной и концевой балок (лист 110).....	Ошибка! Закладка не определена.
Конструктивные схемы козловых кранов (лист 111).....	Ошибка! Закладка не определена.

РЕШЕТЧАТЫЕ КОНСТРУКЦИИ.....	Ошибка! Закладка не определена.
Стропильные фермы (листы 112, 113).....	Ошибка! Закладка не определена.
Изготовление ферм (листы 114, 116).....	Ошибка! Закладка не определена.
Мачты и башни (лист 117).....	Ошибка! Закладка не определена.
Стационарные основания морских буровых платформ (лист 118).	Ошибка! Закладка не определена.
определена.	
Плавающие полупогружные буровые установки (ППБУ) (лист 120)	Ошибка! Закладка не определена.
определена.	
МОСТОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ	Ошибка! Закладка не определена.
Конструкции пролетных строений (лист 121).	Ошибка! Закладка не определена.
Узлы пролетных строений (лист 122).....	Ошибка! Закладка не определена.
Изготовление арматурных изделий (листы 123, 124).....	Ошибка! Закладка не определена.
Соединение сборочных элементов железобетонных конструкций (лист 125).	Ошибка! Закладка не определена.
не определена.	
Сварка арматуры на монтаже (лист 126).....	Ошибка! Закладка не определена.
5. ОБОЛОЧКОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ (ЛИСТЫ 127 ... 185)	Ошибка! Закладка не определена.
ПОЯСНЕНИЯ К ЛИСТАМ 127 ... 185.....	Ошибка! Закладка не определена.
НЕГАБАРИТНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ И СООРУЖЕНИЯ	Ошибка! Закладка не определена.
Рулонирование листовых конструкций (листы 127, 128)	Ошибка! Закладка не определена.
Типы вертикальных цилиндрических резервуаров (лист 129) .	Ошибка! Закладка не определена.
определена.	
Монтаж днищ вертикальных цилиндрических резервуаров (лист 130).	Ошибка! Закладка не определена.
определена.	
Монтаж стенок вертикальных цилиндрических резервуаров (листы 131, 132).....	Ошибка! Закладка не определена.
Закладка не определена.	
Покрытия вертикальных цилиндрических резервуаров (листы 133, 134).	Ошибка! Закладка не определена.
определена.	
Воздухонагреватели и горизонтальные резервуары (лист 135).	Ошибка! Закладка не определена.
определена.	
Заготовки для сферических резервуаров (лист 136).....	Ошибка! Закладка не определена.
Приемы сборки сферических резервуаров (лист 137).....	Ошибка! Закладка не определена.
Сварка сферических резервуаров (листы 138, 139).....	Ошибка! Закладка не определена.
Спиральная камера гидротурбины (лист 141).	Ошибка! Закладка не определена.
Цементные печи (лист 142).	Ошибка! Закладка не определена.
СОСУДЫ, РАБОТАЮЩИЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ	Ошибка! Закладка не определена.
Тонкостенные сосуды (листы 143 ...146).....	Ошибка! Закладка не определена.
Сосуды со стенкой средней толщины (листы 147 ... 149).....	Ошибка! Закладка не определена.
Сварка арматуры (листы 150, 151).....	Ошибка! Закладка не определена.
Теплообменная аппаратура (листы 152, 153).....	Ошибка! Закладка не определена.
Толстостенные сосуды (листы 154 ... 157)	Ошибка! Закладка не определена.
Многослойные сосуды (листы 158, 159).	Ошибка! Закладка не определена.
Корпусное оборудование АЭС (листы 160, 161).....	Ошибка! Закладка не определена.
ТРУБЫ.....	Ошибка! Закладка не определена.
Трубы с двумя продольными швами (\varnothing 1020 ... 1420 мм) (листы 162, 163).	Ошибка! Закладка не определена.
не определена.	
Спиральношовные трубы (лист 164).	Ошибка! Закладка не определена.
Толстостенные и многослойные трубы (лист 165).....	Ошибка! Закладка не определена.
Высокочастотная сварка труб \varnothing 36 ... 529 мм (лист 166).....	Ошибка! Закладка не определена.
Печная, газозлектрическая и контактная сварка труб средних и малых диаметров (лист 167).	Ошибка! Закладка не определена.
.....	Ошибка! Закладка не определена.
СТЫКИ ТРУБ	Ошибка! Закладка не определена.
Сооружение магистрального трубопровода (лист 168).	Ошибка! Закладка не определена.
Трубосварочная база (лист 169),	Ошибка! Закладка не определена.
Центраторы (лист 170).	Ошибка! Закладка не определена.
Ручная дуговая сварка (лист 171).....	Ошибка! Закладка не определена.
Сварка в защитных газах (лист 172).	Ошибка! Закладка не определена.
Комплекс "Стык" (листы 173, 174).	Ошибка! Закладка не определена.
Контактная сварка труб (листы 175, 176).....	Ошибка! Закладка не определена.
Технологические трубопроводы (листы 177,178).	Ошибка! Закладка не определена.
ШТАМПОСВАРНЫЕ ИЗДЕЛИЯ ОБОЛОЧКОВОГО ТИПА....	Ошибка! Закладка не определена.
Панельный отопительный радиатор (лист 179).....	Ошибка! Закладка не определена.
Топливный бак автомобиля (листы 180 ... 185).	Ошибка! Закладка не определена.
6. КОРПУСНЫЕ КОНСТРУКЦИИ (ЛИСТЫ 186... 200).....	Ошибка! Закладка не определена.

ПОЯСНЕНИЯ К ЛИСТАМ 186 ... 200	Ошибка! Закладка не определена.
ВАГОНЫ.....	Ошибка! Закладка не определена.
Изготовление кузова пассажирского вагона (листы 186 , 188).	Ошибка! Закладка не определена.
определена.	
Изготовление кузова товарного вагона (листы 189, 190).	Ошибка! Закладка не определена.
КОРПУСА СУДОВ	Ошибка! Закладка не определена.
Узлы корпуса (лист 191)	Ошибка! Закладка не определена.
Модульные конструкции судов (лист 192)	Ошибка! Закладка не определена.
Линии изготовления плоских секций (лист 194)	Ошибка! Закладка не определена.
Сборка и сварка объемных секций (лист 195)	Ошибка! Закладка не определена.
Сборка судов из модулей (лист 196)	Ошибка! Закладка не определена.
АВТОМОБИЛИ.....	Ошибка! Закладка не определена.
Кузов легкового автомобиля (листы 197,198).	Ошибка! Закладка не определена.
Кабина грузового автомобиля (листы 199,200).	Ошибка! Закладка не определена.
7. ДЕТАЛИ МАШИН И ПРИБОРОВ (ЛИСТЫ 201 ... 230)	Ошибка! Закладка не определена.
ПОЯСНЕНИЯ К ЛИСТАМ 201... 230	Ошибка! Закладка не определена.
ДЕТАЛИ И УЗЛЫ ТЯЖЕЛОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ.....	Ошибка!
Закладка не определена.	
Рамы и станины (листы 201, 202).	Ошибка! Закладка не определена.
Валы и цилиндры (листы 203, 204).....	Ошибка! Закладка не определена.
Детали гидротурбин (листы 205 , 208).	Ошибка! Закладка не определена.
Балочные конструкции (листы 209, 210).....	Ошибка! Закладка не определена.
Блок цилиндров тепловозного дизеля (листы 211, 212).	Ошибка! Закладка не определена.
ДЕТАЛИ МАШИН.....	Ошибка! Закладка не определена.
Картер заднего моста грузового автомобиля (листы 213 ... 215).	Ошибка! Закладка не определена.
определена.	
Колеса автомобилей и тракторов (листы 216, 218).	Ошибка! Закладка не определена.
Колесо грузового автомобиля (лист 217, рис.3)	Ошибка! Закладка не определена.
Применение сварки трением (листы 219, 220).	Ошибка! Закладка не определена.
Карданные валы (листы 221, 222).	Ошибка! Закладка не определена.
Применение электронно-лучевой сварки, лазерной сварки (листы 223, 224).	Ошибка! Закладка не определена.
не определена.	
Сварные заготовки деталей машин (листы 225, 226).	Ошибка! Закладка не определена.
ДЕТАЛИ ПРИБОРОВ	Ошибка! Закладка не определена.
Сильфоны, транзисторы (лист 227)	Ошибка! Закладка не определена.
Приварка электродных выводов (лист 228).	Ошибка! Закладка не определена.
Герметизация корпусов микросхем (листы 229, 230).	Ошибка! Закладка не определена.
<u>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</u>	Ошибка! Закладка не определена.

1. ТРАНСПОРТНЫЕ ОПЕРАЦИИ (ЛИСТЫ 1 ... 12)

ПОЯСНЕНИЯ К ЛИСТАМ 1... 12

ГРУЗОЗАХВАТНЫЕ УСТРОЙСТВА И МАНИПУЛЯТОРЫ

Грузозахватные устройства (лист 1).

В мелкосерийном производстве транспортировку заготовок, деталей, готовых узлов и изделий осуществляют главным образом с помощью мостовых кранов, автопогрузчиков и самоходных тележек. Сокращение времени навешивания и снятия штучных грузов достигается применением специальных грузозахватных устройств. На рис. 1 показаны механические эксцентриковые захваты для зачаливания листов в горизонтальном (рис. 1,а) и вертикальном (рис. 1,б) положениях. В этих захватах эксцентрик шарнирно соединен со скобой 2. Усилие зажатия создается массой поднимаемого груза. При опускании груза на загружаемую плоскость и ослаблении натяжения троса захват размыкается. На рис. 2 показан рычажный захват для зачаливания объемных грузов за наружную поверхность. Для транспортирования обечаек удобно использовать захваты с откидными крюками (рис. 3, а) или уравновешенные захватные скобы (рис. 3, б). Захваты с разъемными скобами имеют несколько грузовых серег (рис. 4) и могут использоваться не только для подъема, но и для кантовки листов.

Для кантовки крупных изделий и узлов используют четырех крюковой мостовой кран. После подъема узла (рис. 5, а, б) поворот осуществляют, опуская одну пару крюков при одновременном подъеме второй пары (рис. 5, в, г).

Наиболее широкие возможности для автоматизации захвата груза дают вакуумные (рис. 6) и электромагнитные (рис. 7) устройства. Достоинством вакуумных захватов является возможность их использования для любых материалов, обеспечение захвата только одного верхнего листа, а также меньшая масса по сравнению с электромагнитными. Электромагнитные захваты применяются только для магнитных материалов, они менее чувствительны к состоянию поверхности детали. Для транспортировки листов, как правило, применяют несколько электромагнитных или вакуумных захватов, которые могут быть закреплены на траверсах.

Манипуляторы (лист 2).

Крановое оборудование дополняют самоходные порталы и манипуляторы. Они удобны для подачи листовых заготовок и деталей с промежуточного склада к рабочему месту (рис. 1), а иногда и для манипулирования заготовкой (рис. 2). Конструктивная схема универсального порталного манипулятора, предназначенного для подачи листа к гильотинным ножницам, показана на рис. 3. Захватывание листов со склада заготовок, расположенного между рельсами портала, производится посредством траверсы 2 с захватами I, закрепленной на тележке 4, которая перемещается по верху портала 5 поперек направления его движения. Закрепление траверсы 2 на колонне 3 обеспечивает перемещение захваченного листа в вертикальном направлении и поворот в горизонтальной плоскости. Иногда листоукладчик перемещают по эстакаде (рис. 4).

Шарнирно-сбалансированные манипуляторы (рис. 5,6)

управляются с кнопочного пульта или от рукоятки, устанавливаемой на руке манипулятора рядом с грузозахватным устройством. По вертикали груз уравнивается с помощью электромеханического, пневматического или гидравлического привода, позволяющего поднимать, опускать и автоматически балансировать груз. В горизонтальной плоскости груз перемещают вручную. Во всех конструкциях манипуляторов предусматривается система аварийной блокировки, удерживающая груз при отключении энергопитания.

Роликовые и пластинчатые конвейеры (лист 3).

В серийном производстве для транспортировки грузов широко используют различные конвейеры и их отдельные элементы (поворотные опоры, подъемные ролики и т.д.).

Для разворота листов и полотнищ в мелкосерийном производстве используют шаровые опоры (рис- 1) или роликовые поворотные опоры (рис. 2). Сборочные и сварочные станды иногда оборудуют подъемными роликами (рис. 3).

Приводные роликовые конвейеры с групповым и индивидуальным приводом осуществляют перемещение изделий по горизонтали (рис. 4, д). Усилие для преодоления повышенного сопротивления движению, например при продвижении листа через строгальный станок, при затапливании плоского элемента в сворачивающее устройство, создают с помощью цепного транспортера с упором (рис. 4, б) или парными принудительно вращаемыми валками (рис. 4, в).

Фасонные криволинейные ролики (рис. 5, а, б) применяют для перемещения изделий или заготовок цилиндрической формы. В этих же случаях могут применяться парные дисковые ролики (рис. 5, в), расположенные под углом. Комбинация жестко закрепленных и подъемных роликов (рис. б) позволяет попеременно осуществлять продольное перемещение и вращение деталей. Для перегрузки с одного роликового конвейера на другой, расположенный параллельно первому, применяют передвижные конвейеры. Их располагают на раме тележки 1 (рис. 7), которая перемещается по рельсовому пути перпендикулярно оси конвейера 2, состоящего из приводных роликов.

При параллельном расположении роликовых конвейеров перегрузку листовых элементов с одновременной кантовкой на 180° осуществляют, как показано на рис. 8, а, б, а перегрузку в разных плоскостях — на рис. 9.

Пластинчатые конвейеры используют для перемещения как штучных, так и длиннономерных грузов. Иногда транспортируемые детали 1 (рис. 10) укладывают непосредственно на звенья цепи. Другая схема представлена на рис. 11. Две параллельные замкнутые пластинчатые катковые тяговые цепи имеют пластины 1 (рис. 11, а, б), перемещающиеся по направляющим 3. К звеньям тяговых цепей прикреплены грузовые пластины 4. Конвейер имеет привод 5 (рис. 11, в) и натяжное устройство б.

Подвесные конвейеры (листы 4 ... 6)

получили широкое распространение и являются основными транспортирующими машинами современных предприятий серийного и массового производства. Пространственность трассы, доступность изделия со всех сторон, экономия производственной площади позволяют использовать их не только для перемещения узлов или изделий к рабочим местам, но одновременно и для выполнения различных технологических операций: мойки, очистки, сушки, окраски, закалки, отпуска и т.д.

В зависимости от характера крепления несущей подвески к тяговому элементу различают конвейеры грузонесущие (лист 4, рис. 1,а) и толкающие (рис. 1,б). Грузонесущие конвейеры (рис. 1,а; 2) имеют направляющий путь 7, по которому движутся каретки 2 с грузовыми подвесками, связанные тяговой цепью 3. Тяговая цепь 3 имеет гибкость в вертикальном и горизонтальном направлениях. Это дает возможность обеспечивать перемещение деталей по пространственной замкнутой трассе. Повороты тягового элемента в горизонтальной плоскости осуществляются с помощью поворотных шкивов 1 (рис. 3,а) или роликовых батарей 2 (рис. 3, б), а в вертикальной плоскости — с помощью перегибов направляющего пути.

Опорные катки 2 (рис. 4) кареток грузонесущих конвейеров имеют форму, соответствующую профилю направляющего пути 1. Трасса конвейера может проходить непосредственно через технологические камеры, моечные, пескоструйные, окрасоч-

ные, сушильные и др. В этом случае ходовая часть конвейера должна быть закрыта защитным кожухом (рис. 5, а, б). Грузовые подвески прикрепляют или непосредственно к кареткам с помощью штырей, или к траверсе, подвешиваемой на двух и более каретках (рис. 6), если нагрузка от транспортируемого груза больше допускаемой на одну каретку. Примеры некоторых конструкций грузовых подвесок показаны на рис. 7,8,9.

Подвески конвейера можно загружать и разгружать вручную, полуавтоматически и автоматически. Полуавтоматическую загрузку осуществляют на участках спуска и подъема пути конвейера (лист 5, рис. 10,а). Крюк, стропы, рычажный захват или обойму подвески рабочий вручную зацепляют за груз, лежащий на роликовом столе. Конвейер отрывает груз от стола. Подобным же образом конвейер разгружают. Перегибы пути в вертикальной плоскости используют и для автоматической загрузки, применяя подвески с вилко-образным основанием (рис. 10, б). На участке подъема пути подвеска 1 лапами вилочного основания заходит между роликами загрузочного стола 2 и, поднимаясь, захватывает лежащий на нем груз.

Подвесной толкающий конвейер (рис 11) имеет тяговый путь 1, по которому движутся каретки 2, поддерживающие тяговую цепь 3, и грузовой путь б, по которому перемещаются тележки с подвесками 7 для грузов. Грузовые пути могут ответвляться от приводного контура трассы в любую сторону в горизонтальной плоскости для перевода тележек на приводной контур другого конвейера. Нажатие толкателя 9 тяговой цепи 3 на передний упор 4 задает движение тележке, снабженной катками 5, а зазор между толкателем и задним упором 8 обеспечивает выход толкателя из промежутка между упорами при выводе тележки по стрелке на отводной путь.

На рис. 12 показана конструкция толкающего конвейера, у которого грузовая и тяговая каретки перемещаются по различным поверхностям одного пути.

Характерные схемы сцепления и расцепления грузовых кареток с тяговой цепью показаны на рис. 13. Неуправляемые упоры (рис. 13, а, б) обеспечивают только автоматический захват неподвижной грузовой каретки набегающим упором тяговой цепи. Если неуправляемый упор подпружинен (рис. 13, в) и тяговая способность его ограничена, то при стопорении тележки упор отклоняется, и цепь далее движется без тележки. Управление подпружиненными упорами достигается набеганием ролика на контр шину 1 (рис. 13,в, г).

Широкие возможности для автоматизации транспортных операций дает оснащение грузовых кареток самоотцепом-автостопом (лист 6, рис. 14) при котором отцепление каретки от упора тяговой цепи происходит автоматически при набегании управляющего элемента I движущейся каретки на хвостовую часть 2 стоящей у нее на пути предыдущей каретки.

Перевод снабженных автостопом тележек с одной трассы 1 (рис. 15) конвейера на другую 3 позволяет организовать одно- и многониточные подвижные склады 2 на подвесках. Несущие подвески, проходя мимо рабочего места и не получая сигнала об остановке, отправляются на склад, где автоматически останавливаются при упоре друг в друга. Как только путь окажется свободным, происходит захватывание очередного упора непрерывно движущегося тягового элемента, и подвеска снова отправляется в путь.

Толкающие конвейеры позволяют организовать автоматическое адресование грузов. Наибольшее распространение получила система децентрализованного адресования (рис. 16), когда адресоноситель АН (рис. 16, а) устанавливают на каждой тележке. Информация об адресе заключена в комбинации дисков, штырей, клавиш, магнитов, отверстий. Считыватели С1, С2, С3 располагают перед исполнительными механизмами ИМ (рис 16,а). При прохождении подвески через считыватель последний в случае совпадения адреса дает команду в блок управления БУ на включение исполнительного механизма. Сбрасыватель адреса СА размещают после пунктов разгрузки перед началом нового маршрута. Адрес груза задается автоматическим адресователем А или оператором. Исполнительные механизмы ИМ переводят стрелки, а также загружают и

разгружают подвески, подъемные столы, поворотные захваты. Например, автоматическая навеска или съём платформы грузового автомобиля (рис. 17) осуществляется следующим образом: при движении конвейера подвеска 1 нажимает на концевой выключатель 2, останавливающий подвеску и включающий механизм поворота рамы 4 кантова теля с грузовой платформой 5 в вертикальное положение. Окончание поворота фиксируется концевым выключателем 3 с одновременным включением механизма, который поднимает выступ платформы. Затем подвеску отклоняют так, чтобы ее упор оказался под выступом платформы, после чего все действия производят в обратном порядке. Загрузку деталей на подвесной конвейер 2 (рис. 18) можно организовать и с помощью подъемного стола 1.

В том месте, где изделие надо опустить к рабочему месту 5 (рис. 19, б), грузовой путь 3 делают разъемным и отрезок пути 2 (опускную секцию) вместе с тележкой 1 и изделием опускают, а после проведения работ поднимают в вертикальных направляющих 4 с помощью подъемного механизма. Как показано на рис. 19, а, опускную секцию 2 располагают вне магистральной линии 1 с тем, чтобы непрерывность работы конвейера не нарушалась.

Шаговые конвейеры (листы 7,8).

Для передачи деталей и узлов с одной позиции на другую в поточной или в автоматической линии широко используют шаговые конвейеры. На рис. 1 (лист 7) показана схема шагового конвейера в линии сборки и сварки тепловозных рам. После завершения работ на всех рабочих местах линии домкраты 2 каждой пары тележек 4 приподнимают раму 3 над опорами 7 и тяговым канатом 5 передвигают ее на соседнее рабочее место. Раму опускают на опоры, а тележки возвращают в исходное положение.

Иногда для шаговой подачи используют тележки-спутники, каждая из которых является кондуктором для сборки изделия. В этом случае шаговые конвейеры делают замкнутыми в горизонтальной (рис. 2) или в вертикальной (рис. 3, а) плоскости. В последнем случае конструкция сцепки тележек должна обеспечивать возможность автоматического расцепления и сцепления при передаче изделия с одного яруса на другой и при подъеме его на каждой позиции конвейера для выполнения сборочно-сварочных работ. Схема сцепки показана на рис. 3,б.

В шаговых конвейерах штангового типа (рис.4) блок-штанги 2 имеют подпружиненные упоры I и опорные катки 3. Подобные схемы применяют в линиях сварки автомобильных колес. Составная штанга 3 (рис. 5) совершает возвратно-поступательное движение. Шарнирные кулачки 1 упираются в кромки изделий 5 и продвигают их на размер шага по направляющим 4, преодолевая трение скольжения. При холостом ходе пружины 2 сжимаются, и кулачки проскальзывают. Такие конвейеры просты, но их скорость ограничена возникающей погрешностью положения детали при остановке. Если технологическое или вспомогательное оборудование 2 (рис. 6, а, б) располагается вне линии шагового конвейера 1, большие скорости перемещения не требуются. При расположении оборудования в линии конвейера скорость перемещения должна быть большой. Этому требованию отвечают конвейеры с подъемной движущейся рамкой (рис. 7; лист 8, рис. 8). Грузы рамкой 2 приподнимаются над поверхностью стеллажа 1, перемещаются на шаг и опускаются, а рамка возвращается в исходное положение. Подъем рамки осуществляется силовыми цилиндрами 3 (рис. 8, а), а перемещение ее — цилиндром 4.

Передачу деталей с одного шагового конвейера 1 (рис. 9) такого типа на другой 2 можно осуществить непосредственно или с помощью автоматически действующего накопителя, обеспечивающего продолжение работы каждого из участков линии при остановке соседнего. В последнем случае накопитель, например в виде движущейся ленты 2 (рис. 10), принимает детали 3 с предыдущего конвейера 1 и накапливает их, сдвигая до упора 4. Рамка очередного конвейера 5 приподнимает первую деталь с накопителя и подает ее на выполнение следующей технологической операции.

В шаговых конвейерах некоторых типов на каждой позиции устанавливают подъемные столы 1 (рис. 11, а, б). После перемещения деталей 3 на шаг посредством подвижных направляющих 2 столы 1 поднимают детали (рис. 11, б), и направляющие 2 возвращаются в исходное положение. Движение направляющих 2 с зубчатыми рейками по опорным роликам 4 (рис. 11, в) задается вращением зубчатых колес 5.

Для повышения точности базирования деталей при передаче их с одной позиции на другую подвижные направляющие оснащаются базирующими устройствами 1 (рис. 12), причем в этом случае шаговые конвейеры могут быть верхнего (рис. 12,а) или нижнего (рис. 12,б) типов-

Автоматическая транспортная система и автоматизация складирования (лист 9).

Большие перспективы имеет использование напольных аккумуляторных тележек (рис. 1) с устройствами управления движением по разветвленному пути. Направление движения задается путем закладки в полу управляющего индуктивного контура 1 (рис. 2), в котором генерируется переменный ток одной или нескольких частот. Двигающиеся тележки имеют симметрично расположенные датчики положения 2, которые воспринимают поле от индуктивного контура 1. Сигналы с датчиков в блоке управления сравниваются, и при появлении рассогласования поступает команда на двигатель 3, который производит поворот управляемых колес для уменьшения рассогласования сигналов датчиков.

Для исключения столкновений и наездов на препятствия тележки снабжены одной или двумя гибкими лентами 1 (рис. 3,... 5), при соприкосновении которых с препятствием тележки останавливаются.

Тележки можно использовать как в качестве транспортного тягача (рис. 3), так и непосредственно для перевозки груза. Во втором случае они оборудуются или подъемным столом (рис. 4), или приводным роликовым конвейером (рис. 5), который взаимодействует с приемным роликовым конвейером сборочно-сварочных технологических линий.

Роботизированные транспортные тележки позволяют организовать разветвленные маршруты перевозок (рис. 6), каждый из которых имеет свою частоту индуктивного контура 1, 2, 3. Перевод тележек с одного контура на другой осуществляется автоматическим переключением рабочей частоты приемных датчиков положения.

Более высокий уровень автоматизации транспортных операций обеспечивает дополнение автоматизированного транспорта автоматизированным складированием и учетом грузов. На рис. 7 показана схема участка автоматизированного склада комплектации, который производит прием, хранение, учет, комплектацию и своевременную выдачу на сборочные участки всех необходимых для конкретного заказа заготовок и комплектующих изделий. Хранение грузов производится в высоких (до 17 м) консольных стеллажах 5. Подъем и установка грузов в ячейки стеллажей выполняется кранам и штабелерам и. Стеллажный кран-штабелер представляет собой плоскую раму 3, перемещающуюся по напольному подкрановому рельсу 1 и удерживаемую от опрокидывания верхним рельсом 4. По колоннам рамы 3 перемещается грузоподъемник 2 с телескопическим захватом 8 и кабиной 7.

На уровне нижних ячеек стеллажей перемещаются стеллажные передаточные тележки 6, которые выдают грузы из зоны стеллажного хранения I (рис. 8) в зону комплектации II. В некоторых случаях вместо стеллажных передаточных тележек можно использовать универсальные напольные аккумуляторные тележки, которые доставляют груз сразу к месту назначения, исключая перегрузочные операции в зоне II.

Механизмы шаговой подачи (лист 10).

Для шагового поворота на заданный угол обычно используют механизм мальтийского креста (рис. 1, а, б), обеспечивающий в процессе передачи плавное нарастание и падение скорости. На рис. 2 показан механизм шагового поворота, работающий по принципу червячного зацепления.

Шаговый поворот может выполняться с применением храповых механизмов, в которых приводной подпружиненный упор 1 (рис. 3,а,б) совершает возвратно-поступательное движение по прямой линии (рис. 3,а) или по окружности (рис. 3,б).

Загрузочные устройства используют для подачи деталей в технологическое оборудование или в технологические линии. Автоматическую шаговую подачу непрерывных заготовок в виде лент, полос, стержней осуществляют с помощью клещевых, валковых и крючковых устройств.

При клещевой подаче (рис. 4) каретка 2 совершает возвратно-поступательное движение, а подающие ролики 1 и тормозные ролики 3 или свободно скользят по ленте, или заклинивают ее. На рис. 5,а, б, в показаны различные варианты конструктивного оформления подающих кареток при клещевой подаче листов и прутков.

Разновидностью устройств клещевой подачи являются подающие каретки с принудительным зажимом подаваемого элемента (рис. 6, а, б). Работа клещевого захвата - 1 (рис. 7), управляемого пневмоцилиндром 2, согласована с работой подающего пневмоцилиндра 3. Эта схема используется, например, в механизмах шаговой подачи подвижных столов или деталей при контактной точечной сварке.

В подающем устройстве крючкового типа (рис. 8) транспортирующий крючок 1 захватывает ленту за кромки пробитых отверстий или за выступы в зажимных рамках. Привод перемещения крючка осуществляется от рабочего органа машины.

Валковая подача с приводом от храпового механизма или муфты свободного хода применяется для шаговой подачи полос при прессовых операциях и при приварке каких-либо элементов к полосе. Так, при подъеме хобота контактной точечной машины (рис. 9) валики перемещают ленту на заданный шаг.

Магазинные загрузочные устройства (лист 11)

используют для поштучной подачи деталей в ориентированном положении на шаговой конвейер или к технологическому оборудованию.

Загрузочное устройство для штучных элементов должно иметь накопитель для хранения запаса заготовок и механизм для отделения от всей массы одной заготовки с целью подачи ее в рабочую зону. В магазинных накопителях заготовки заранее ориентируются и укладываются в определенном порядке. На рис. 1, а, б приведены схемы вертикальных магазинных накопителей. Очередная заготовка 1 подается в рабочую зону толкателем-шибером 2, совершающим возвратно-поступательное движение. При этом толкатель удерживает все остальные заготовки, выполняя функцию не только питателя, но и отсекающего. Несколько иные схемы отсекающих показаны на рис. 1, в, г.. Здесь нижний штифт задерживает движение всех заготовок, а верхний, отсекая нижнюю заготовку, задерживает остальные. На рис. 1, д, е, ж даны примеры устройств отсекающих барабанного и дискового типа,

Рассмотренные магазинные устройства относят к гравитационному типу, так как перемещение заготовок в магазине происходит под действием силы тяжести. На рис. 1, з приведена схема магазинного устройства, при котором плоские листовые заготовки 2 подаются вверх механизмом ходового винта 1, а величина шагового перемещения стопки заготовок 2 задается датчиком 4. Такая схема магазинного устройства облегчает выдачу очередной заготовки с помощью толкателя 3 по сравнению с устройством, показанным на рис. 1,а.

Устройство, показанное на рис. 2, позволяет благодаря наличию двух упоров на поворотном рычаге 2 за один ход цилиндра 3 снимать цилиндрическую заготовку с роликового конвейера 1 и подавать на исходную позицию очередную заготовку, которая при опускании рычага 2 займет свое место на роликовом конвейере.

Магазин-питатель, показанный на рис. 3, занимая небольшую площадь, имеет большую вместимость. Отсекатель I обеспечивает выдачу заготовок.

Поштучную плавную укладку труб на роликовый конвейер 5 (рис. 4, а) обеспечивает наклонный стеллаж с рычажными отсекающими. После того, как труба 1 роликовым конвейером 5 передана на следующую позицию, поворот системы рычагов с помощью пневмоцилиндра 4 обеспечивает прием очередной трубы 2 и смещение труб на стеллаже на полшага (рис. 4, б). Обратный ход пневмоцилиндра 4 обеспечивает плавное опускание трубы 2 на ролики конвейера и отделение и фиксирование трубы 3.

Питатель на рис. 5, предназначенный для загрузки на роликовый конвейер 4 длинномерных заготовок профильного проката, представляет собой рамку 1 с гнездами, в которые укладываются профили 2. Подвижная рамка 3 при подъеме принимает профили в свои гнезда, перемещает их на один шаг и опускает, причем крайний профиль оказывается на роликах конвейера 4, а рамка 3 в опущенном положении возвращается на исходную позицию.

Иногда из числа имеющихся в накопителе заготовок необходимо выбрать определенную. Пример автоматической установки, выполняющей измерение листов по длине, хранение измеренных листов, выбор и выдачу на конвейер листа нужного размера, показан на рис. 6. Поступающие по роликовому конвейеру 1 листы 4 доходят до упора 2, останавливаются и автоматически измеряются по длине. Результаты измерений запоминаются ЭВМ, а листы рычагами 3 кантуются на ребро и передней передаточной тележкой 5 устанавливаются в карманы накопителя 6. Когда накопитель заполнен, очередной лист после измерения длины проходит по роликовому конвейеру на заготовительную линию, а ЭВМ выбирает из находящихся в накопителе листов ближайший к данному листу по длине лист и по команде выдает его на заднюю тележку 7. Тележка 7 подает лист к роликовому конвейеру 1 и рычагами 8 кантует лист, опуская его на роликовый конвейер, который транспортирует лист за предыдущим парным ему листом.

Бункерные загрузочные устройства (лист 12)

позволяют загружать в них заготовки навалом, обеспечивая выдачу деталей в ориентированном положении. Различают бункерные устройства с захватными механизмами и без них. Характерный пример бункерных устройств первой группы показан на рис. 2 применительно к заготовкам сферической формы, для которых ориентирование не требуется. Из бункера 1 шары подаются толкателем 2 на лоток 3, где они задерживаются упором J и располагаются в один ряд. Отсюда толкатель 4 выдает заготовки поштучно.

В случае цилиндрических заготовок для захвата их из бункера и ориентирования можно использовать вертикально расположенную роликовую цепь 1 (рис. 1) с наклонными лопатками 2. Роликовая цепь проходит через бункер, в который стержни загружаются навалом. При этом некоторые из лопаток захватывают стержни и подают их в лоток 3 (магазин) в ориентированном положении.

В бункерном загрузочном устройстве карманного типа (рис. 3) ориентирование заготовок происходит при попадании их в пазы (карманы) вращающегося диска 1. Штифты 2, закрепленные на диске, дополнительно перемешивают заготовки, обеспечивая более эффективную работу диска с карманами. Захваченные пазами диска заготовки попадают в наклонный лоток 3, по которому они подаются в зону работы сборочного устройства.

Большое распространение получили бункерные устройства вибрационного типа без элементов захвата. В загрузочном устройстве, показанном на рис. 4, электромагнит 2, питаемый переменным током, вызывает вибрацию стола J, закрепленного на упругих опорах 3. Различное ускорение стола в процессе возвратно-поступательного колеба-

тельного движения создает направленное движение заготовок к неподвижному наклонному лотку 4. В вибробуикере кругового типа (рис. 5) на стенке выполнен спиральный лоток. В процессе направленного движения по этому лотку заготовки ориентируются и располагаются в один слой.

Способы ориентации определяются формой заготовок. Так, для заготовок 1 (рис. 6, а) типа дисков, колец и пластинок используют спиральный лоток, имеющий наклон к центру бункера, и буртюр, не превышающий высоты заготовки. При перемещении заготовок по лотку те из них, которые попадут во второй слой, будут соскальзывать обратно в бункер. Ориентация колпачков 1 (рис. 6, б), высота которых равна или меньше диаметра, достигается с помощью плоского лотка с язычком. Заготовки, перемещающиеся отверстием вверх, проходят над язычком, а расположенные отверстием вниз — выпадают в вырез лотка. Ориентация роликов или трубочек 1 (рис. 6, в), диаметр которых меньше длины, достигается тем, что заготовки, перемещающиеся вертикально, сбрасываются козырьком обратно в чашу бункера. Также с помощью козырька можно ориентировать двухступенчатые заготовки 1 (рис. 6, г). Заготовки 1 (рис. 6, д) с головками (болты, винты и т.д.) или колпачки можно ориентировать на выходе со спирального лотка на прямолинейном участке. Ориентация высоких колпачков выполняется иглой I (рис. 7).

Бункерные загрузочные устройства могут обеспечивать работу самого высокопроизводительного оборудования, например роторных автоматических линий. Пример компоновки такой линии для автоматической сборки заготовок с загрузочными устройствами показан на рис. 8. Рабочие роторы 1 и 2 оснащены приспособлениями и инструментами для осуществления сборки в процессе непрерывного их движения. Заготовки на сборку поступают из загрузочных устройств 4 с помощью транспортных роторов 3. Рабочие и транспортные роторы находятся в непрерывном движении. Конструктивная схема транспортных 1 и рабочих 2 роторов показана на рис. 9.

Грузозахватные устройства и манипуляторы. Листы 1,2

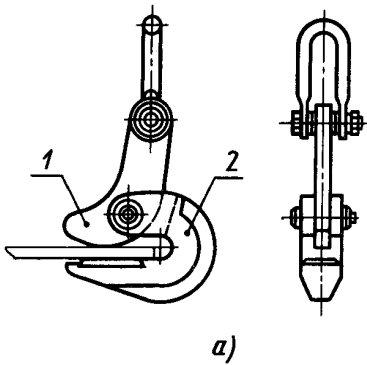


Рис. 1. Механические захваты для листов

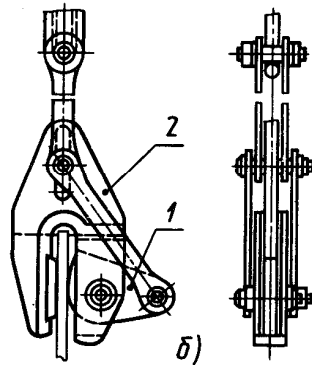


Рис. 2. Захват для объемных деталей

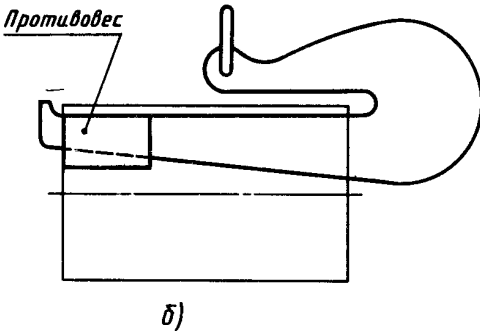
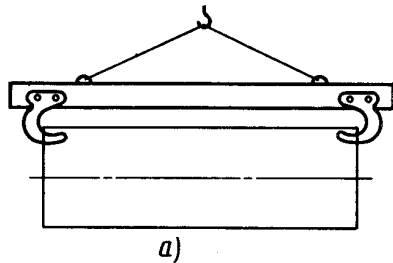
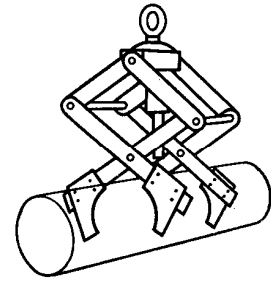


Рис. 3. Захват для обечеек

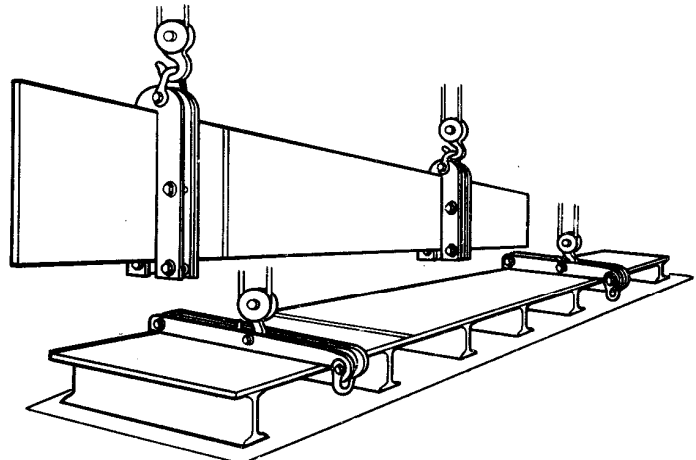


Рис. 4. Захваты для кантовки и переноски полотнищ

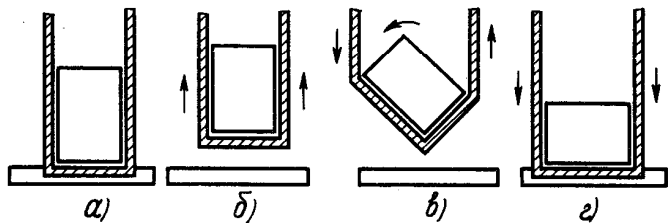


Рис. 5. Кантовка изделий с помощью четырехкрюкового мостового крана

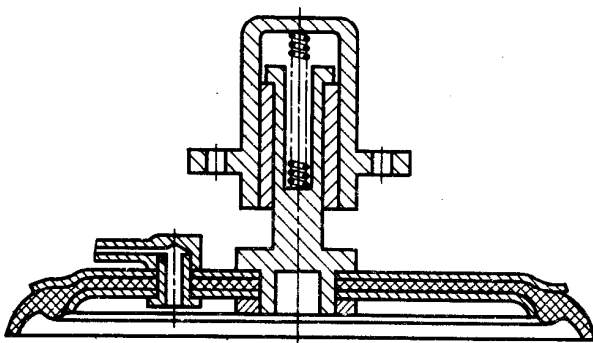


Рис. 6. Вакуумный захват для листов

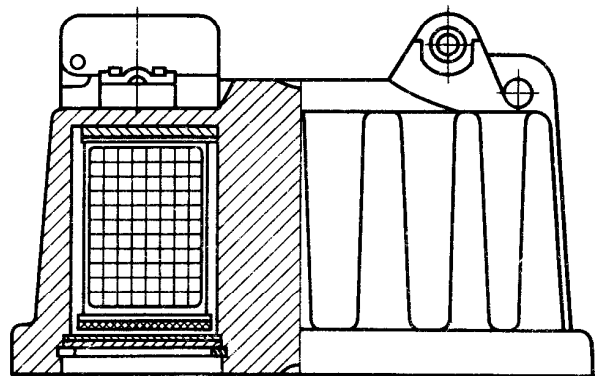


Рис. 7. Электромагнитный захват

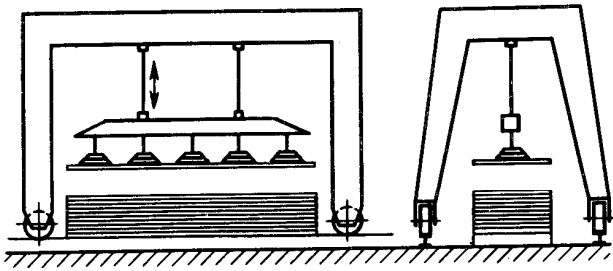


Рис. 1. Портал для транспортировки листов

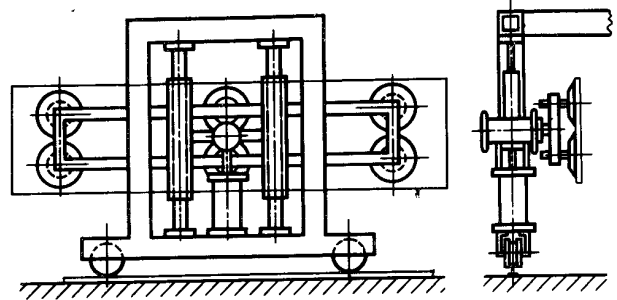


Рис. 2. Портальный манипулятор для установки вертикальных листов

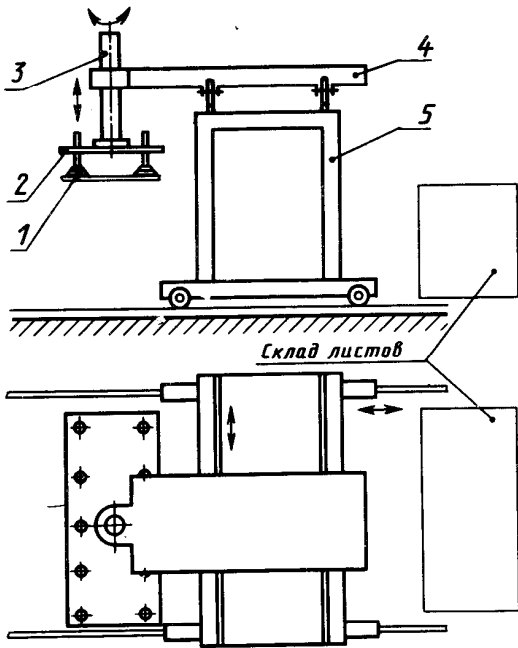


Рис. 3. Портальный манипулятор

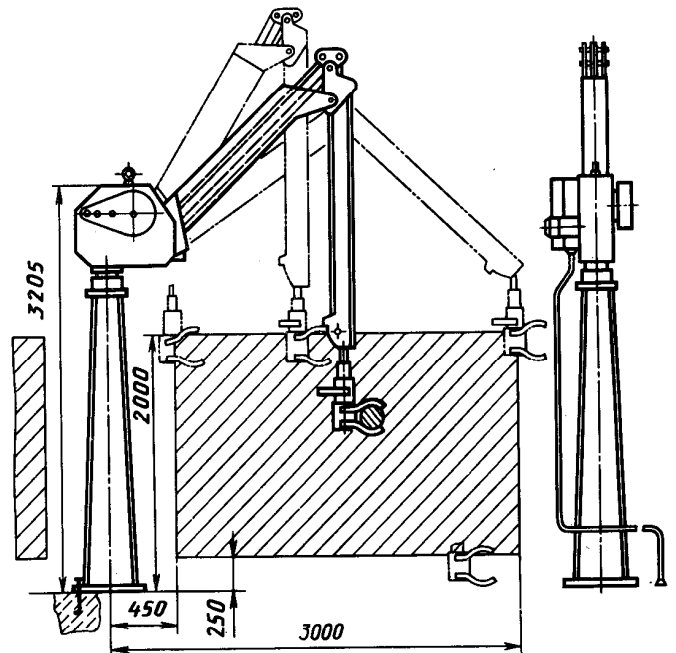


Рис. 5. Манипулятор с ручным управлением

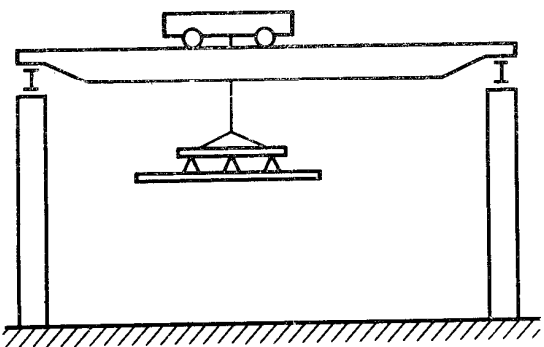


Рис. 4. Листукладчик на эстакаде

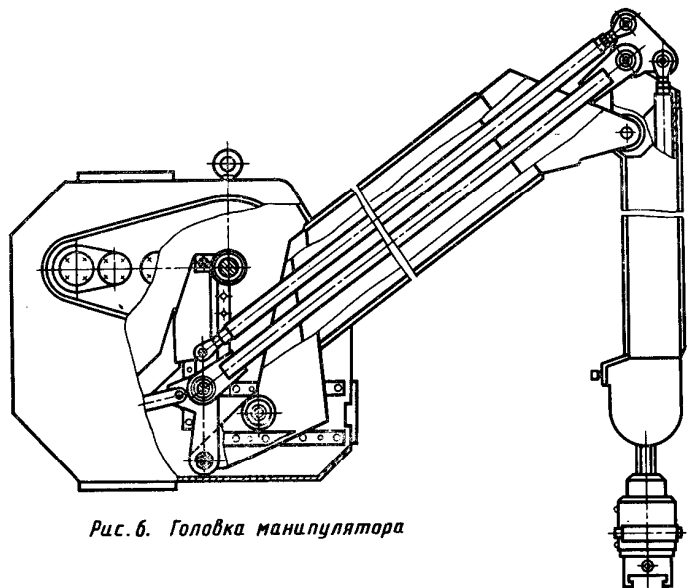


Рис. 6. Головка манипулятора

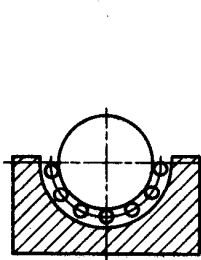


Рис. 1. Шаровая опора

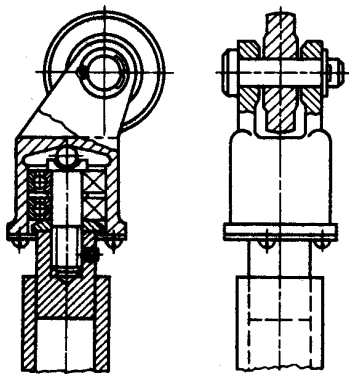


Рис. 2. Роликовая поворотная опора

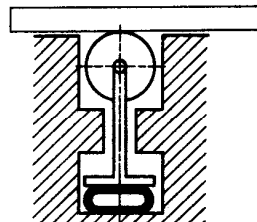


Рис. 3. Роликовая подъемная опора

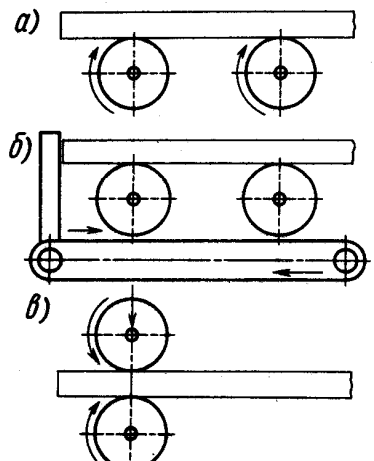
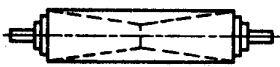
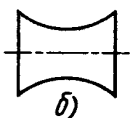


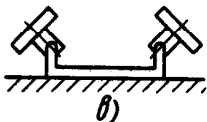
Рис. 4. Схемы приводов перемещения листов



а)



б)



в)

Рис. 5. Типы роликов для перемещения цилиндрических деталей

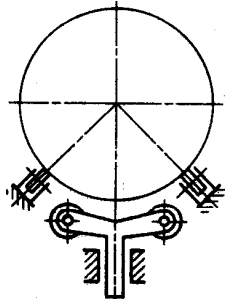


Рис. 6. Схема обеспечения двух движений

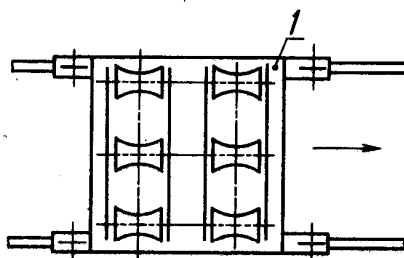
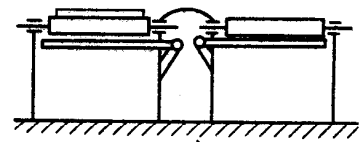
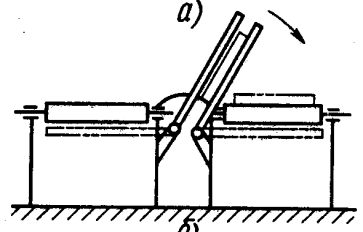


Рис. 7. Схема работы перегрузочной тележки



а)



б)

Рис. 8. Схема перегрузки с кантовкой

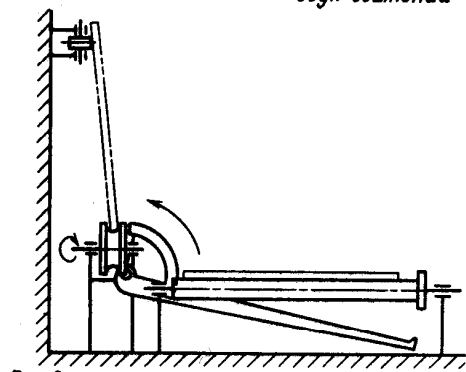


Рис. 9. Перегрузка в разных плоскостях

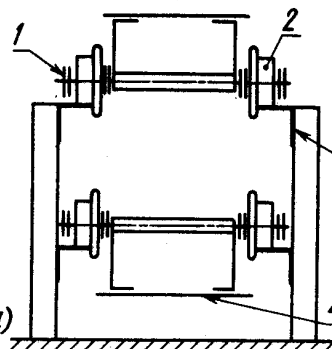
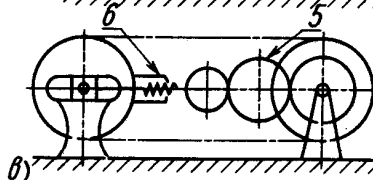
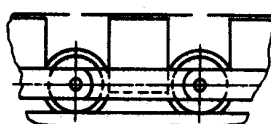


Рис. 10. Цепной конвейер

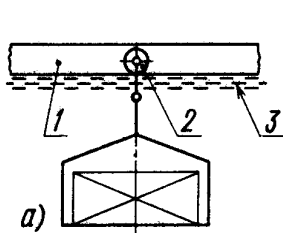


а)

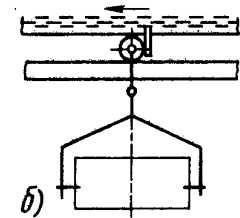


б)

Рис. 11. Пластинчатый конвейер



а)



б)

Рис.1. Типы подвесных конвейеров

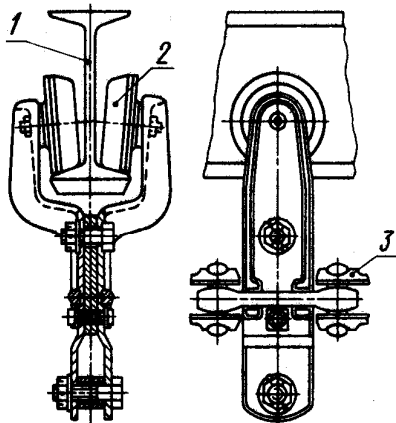
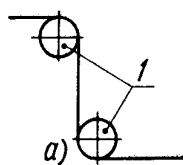
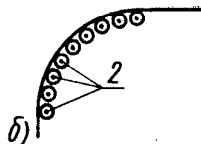


Рис.2. Каретка грузонесущего конвейера



а)



б)

Рис.3. Схемы поворота трассы конвейера

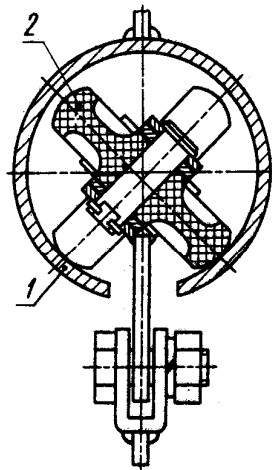
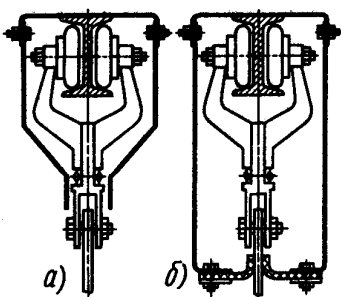


Рис.4. Каретка в трубчатом грузовой пути



а)

б)

Рис.5. Защита грузовой пути в технологических камерах

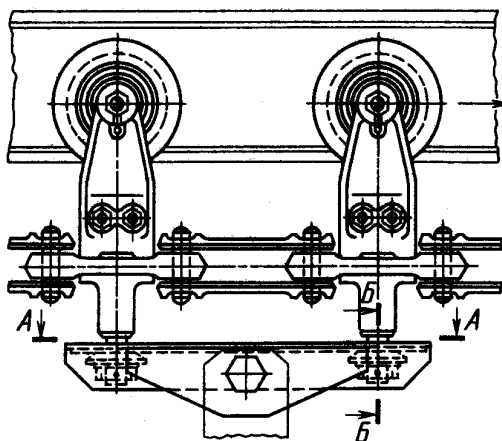
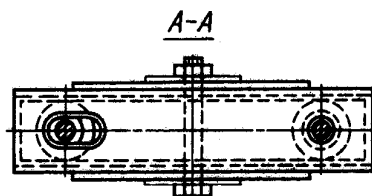


Рис.6. Крепление к кареткам траверсы с подвеской для груза



A-A

Б-Б увеличено

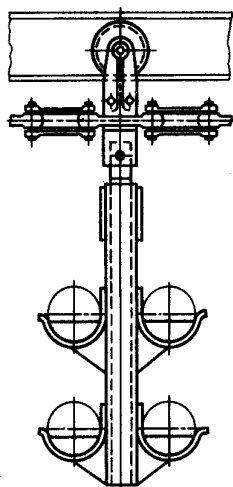
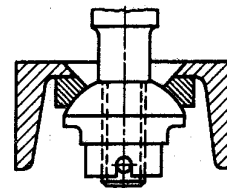


Рис.7. Многополочная подвеска

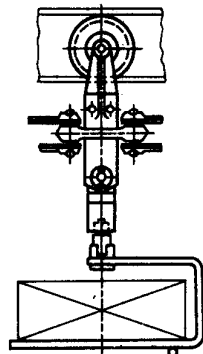


Рис.8. Консольная подвеска

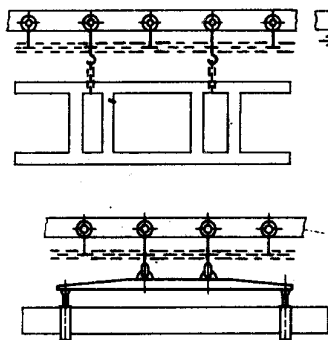
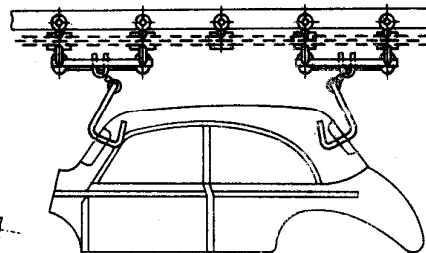


Рис.9. Подвески для длинномерных и громоздких грузов



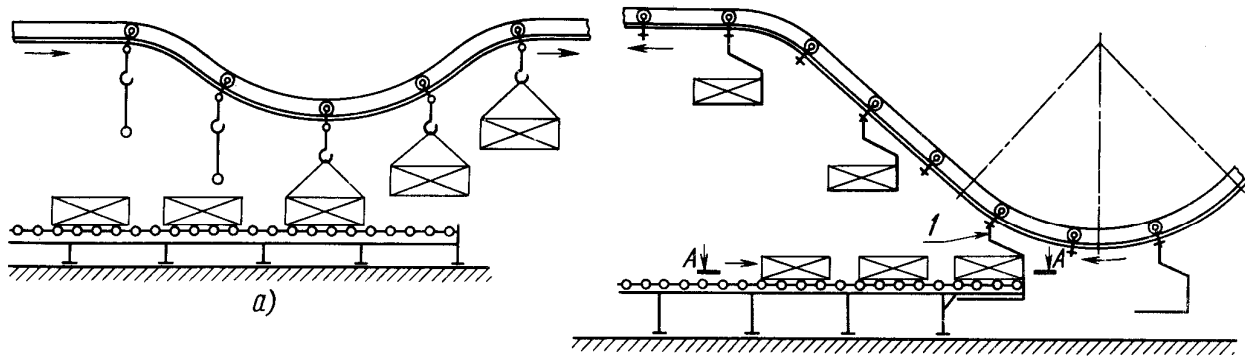


Рис.10. Загрузка подвесок конвейера на участке вертикального перегиба пути

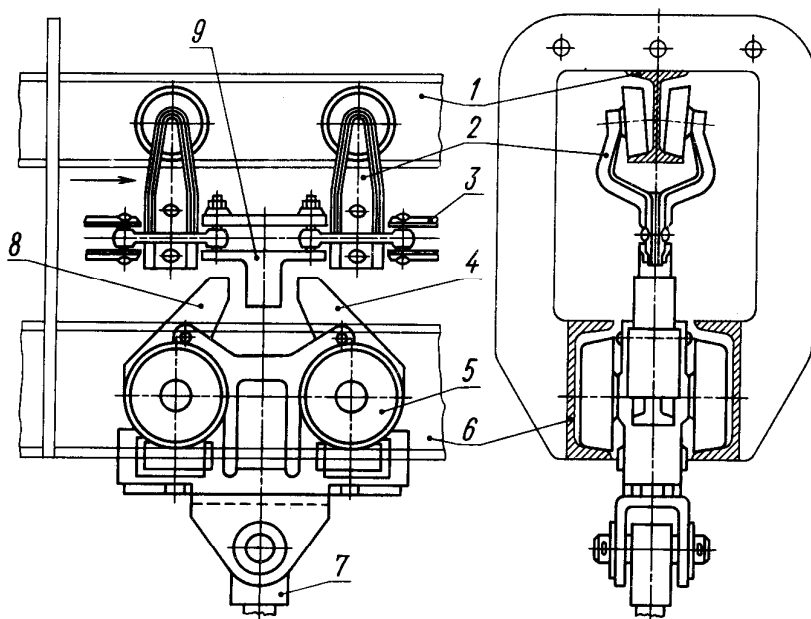


Рис.11. Ходовая часть двухручного толкающего конвейера

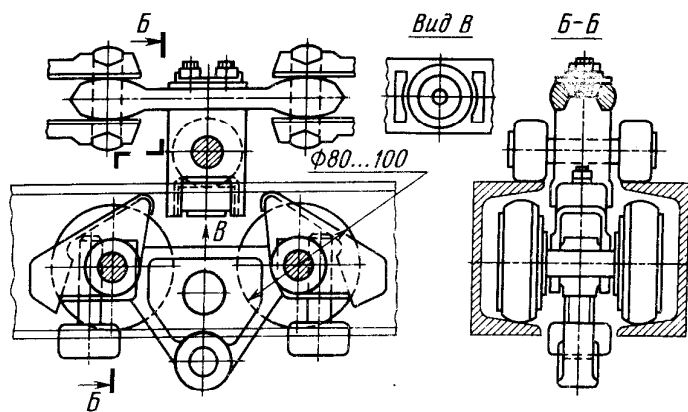


Рис.12. Ходовая часть одноручного толкающего конвейера

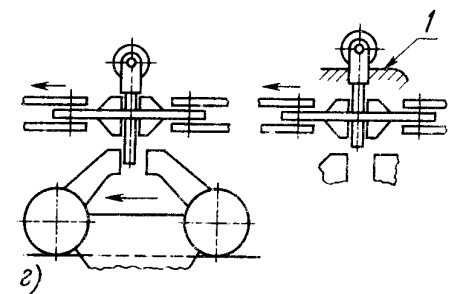
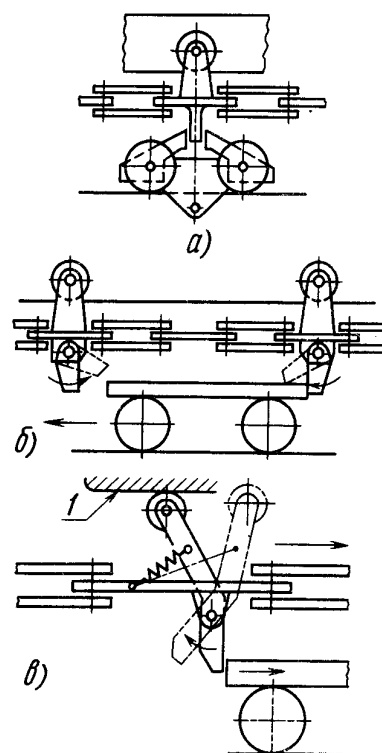


Рис.13. Устройство толкателей подвесных толкающих конвейеров

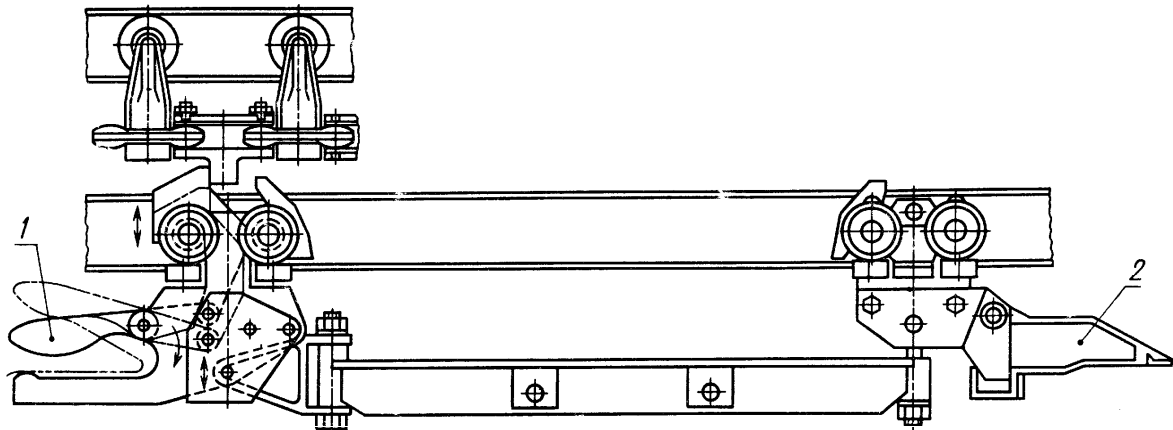


Рис. 14. Ходовая часть толкающего конвейера с автостопом

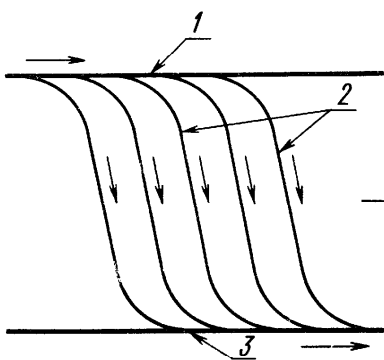


Рис. 15. План путей подвешеного склада

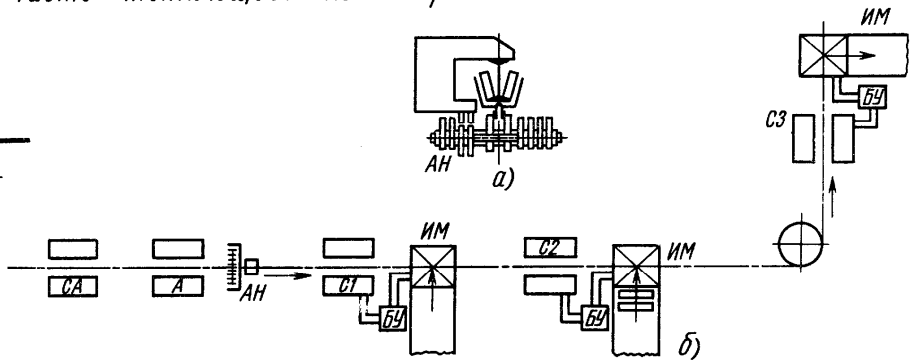


Рис. 16. Децентрализованное управление адресованием грузов

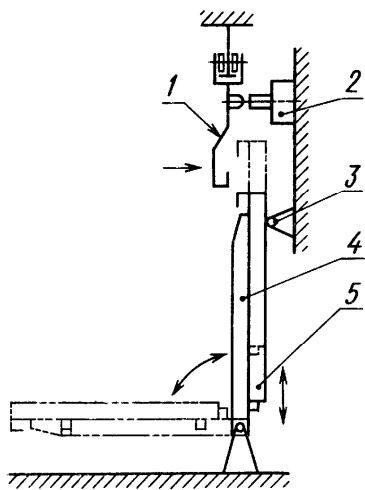


Рис. 17. Схема автоматической навески и съема платформы грузового автомобиля

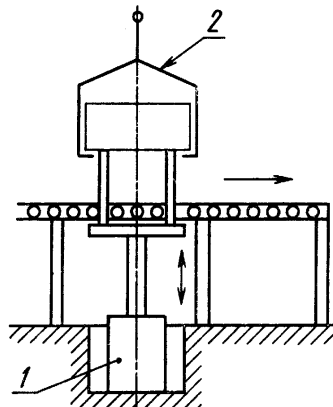


Рис. 18. Перегрузка с роликового конвейера на подвешной

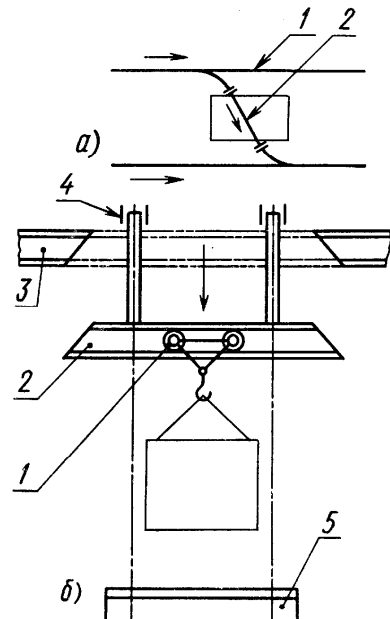


Рис. 19. Размещение (а) и работа (б) опускающей секции на отводе трассы

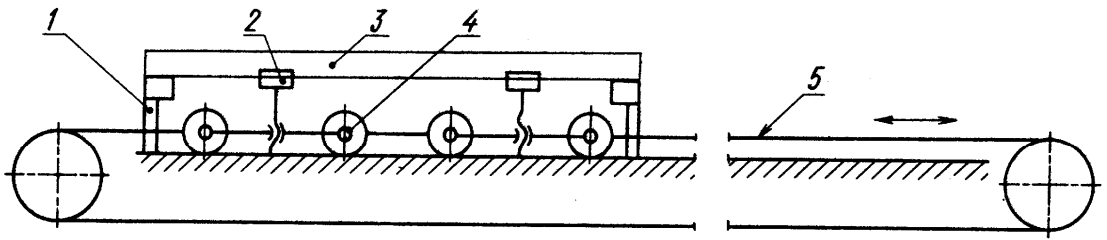


Рис.1. Шаговый конвейер с возвратно-поступательным движением тележек

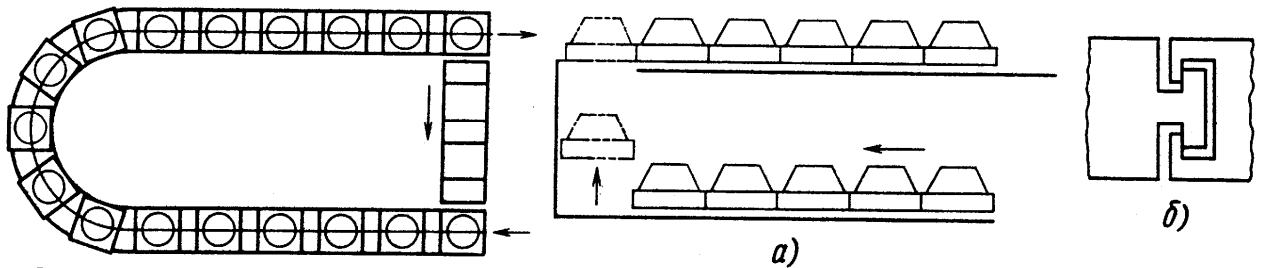


Рис.2. Схема горизонтально-замкнутого тележного конвейера

Рис.3. Схема вертикально-замкнутого тележного конвейера

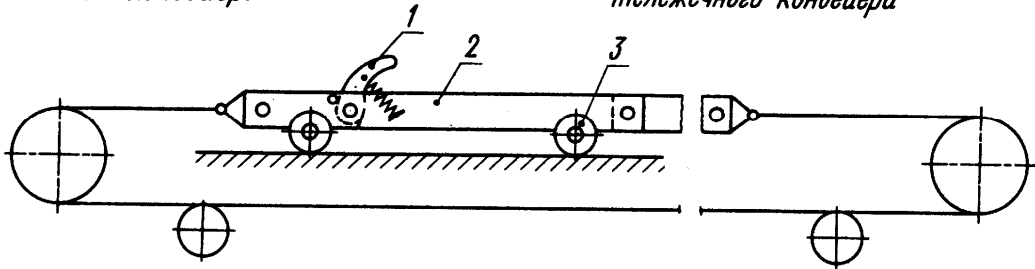


Рис.4. Штанговый шаговый конвейер

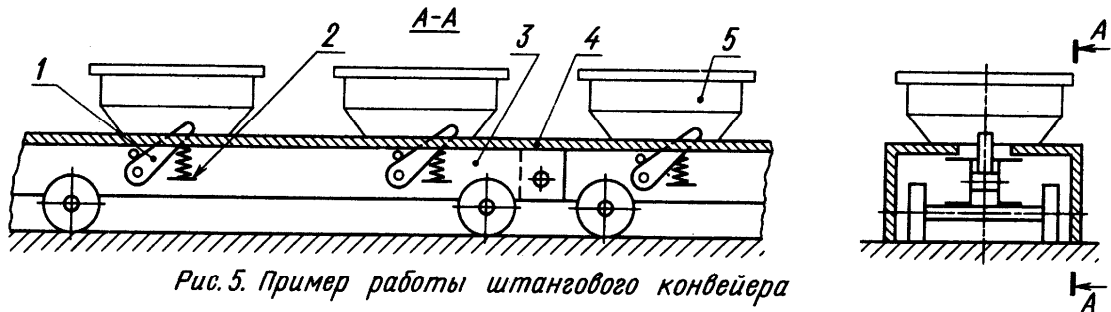


Рис.5. Пример работы штангового конвейера

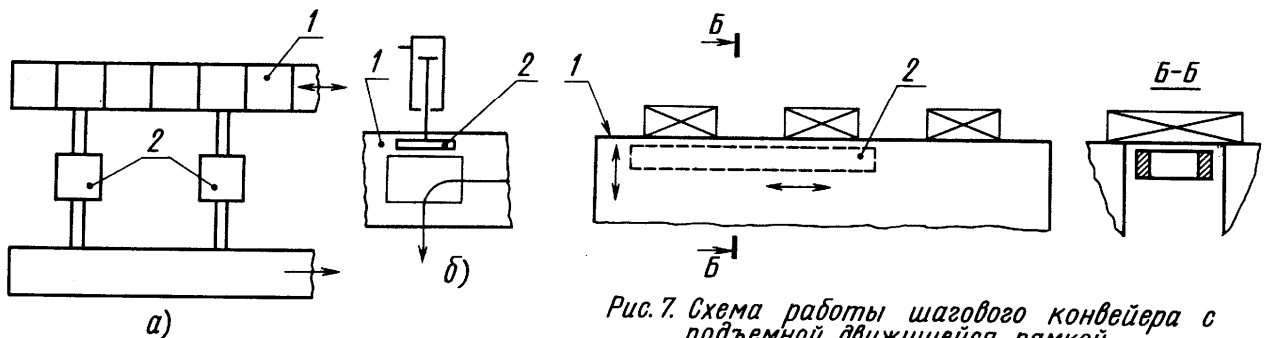


Рис.6. Параллельное расположение шаговых конвейеров

Рис.7. Схема работы шагового конвейера с подъемной движущейся рамкой

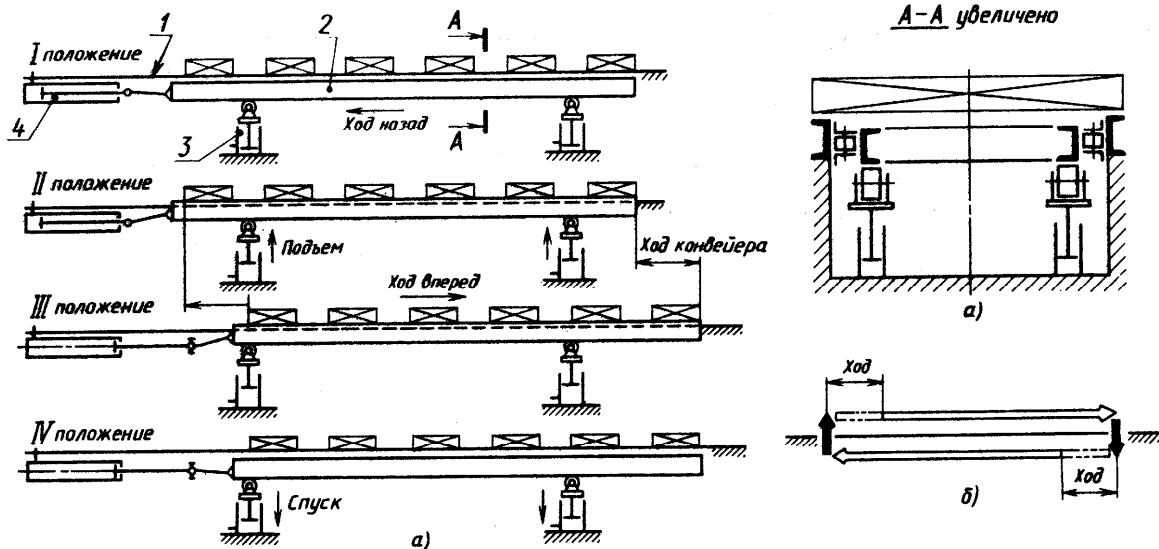


Рис. 8. Последовательность и циклограмма работы шагового конвейера с подъемной движущейся рамкой

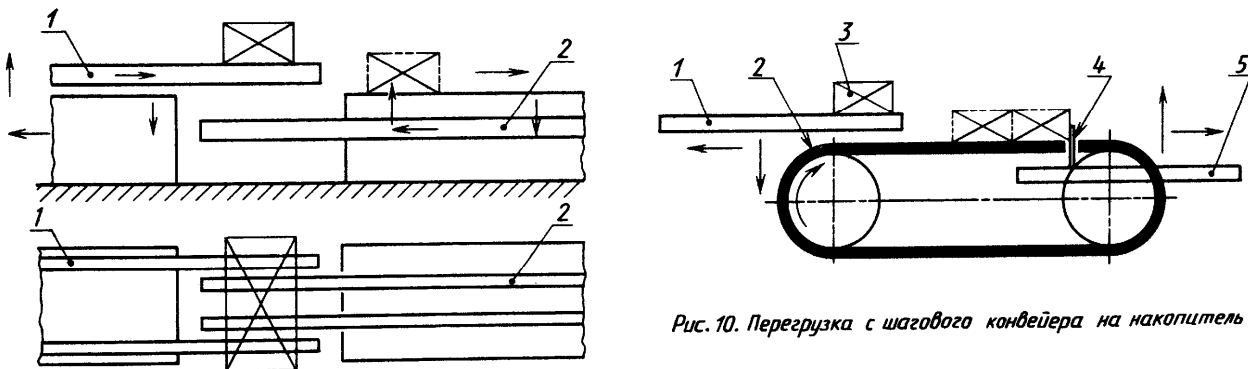


Рис. 9. Перегрузка с одного шагового конвейера на другой

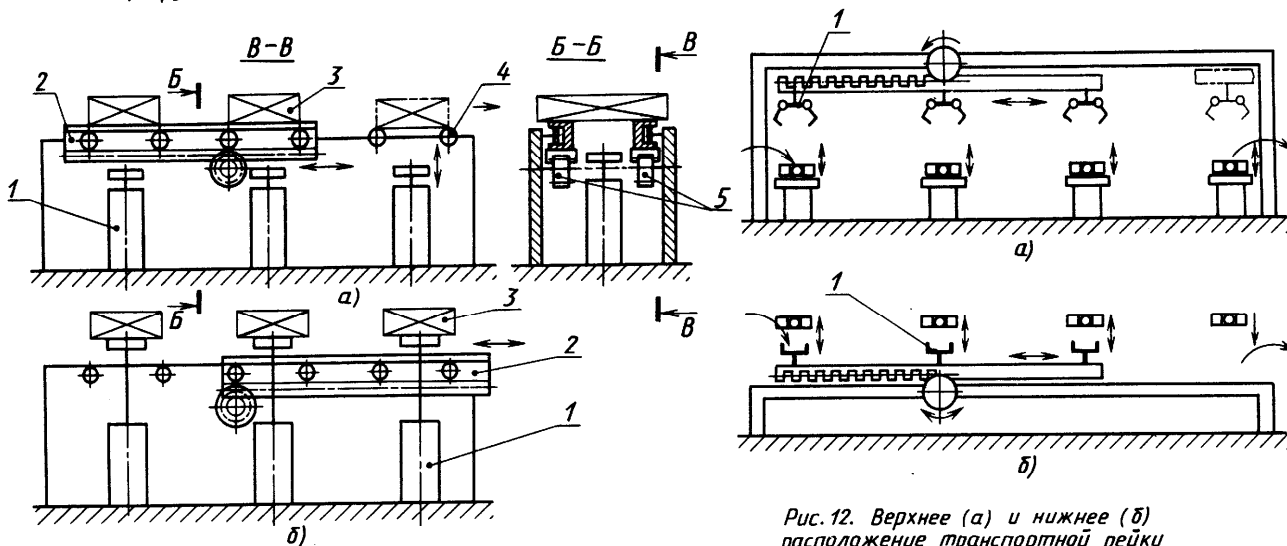


Рис. 11. Шаговый конвейер с подъемными опорами

Рис. 12. Верхнее (а) и нижнее (б) расположение транспортной рейки

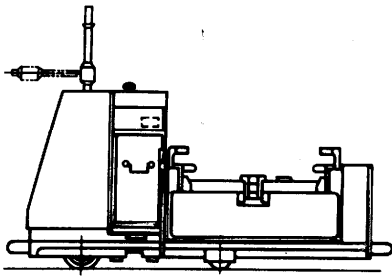


Рис. 1. Аккумуляторная транспортная тележка

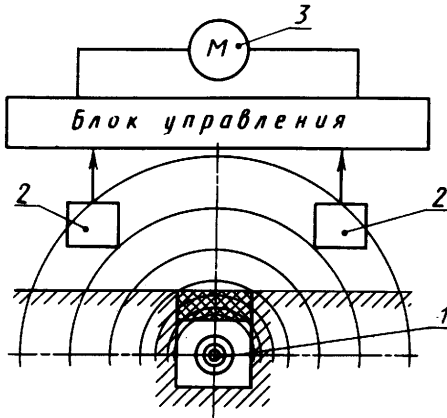


Рис. 2. Схема работы индуктивных датчиков положения

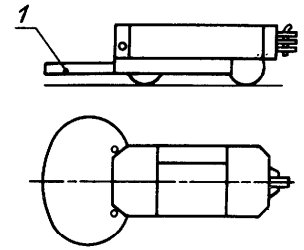


Рис. 3. Тележка-тягач

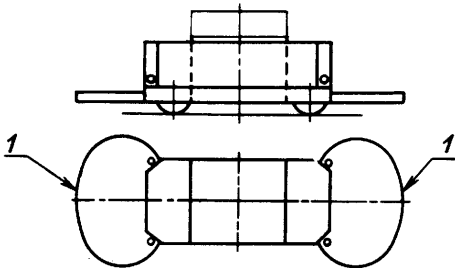


Рис. 4. Транспортная тележка с подъемным столом

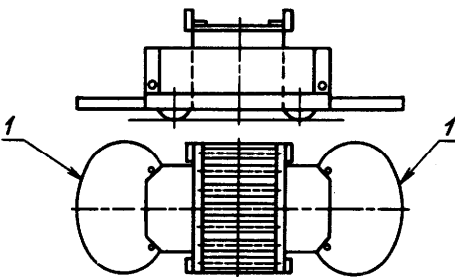


Рис. 5. Транспортная тележка с приводным роликовым конвейером

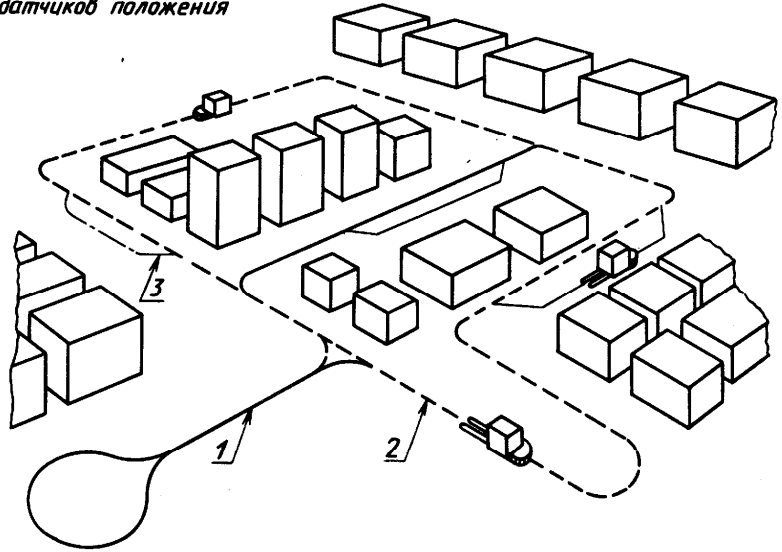


Рис. 6. Схема маршрутов автоматических транспортных тележек

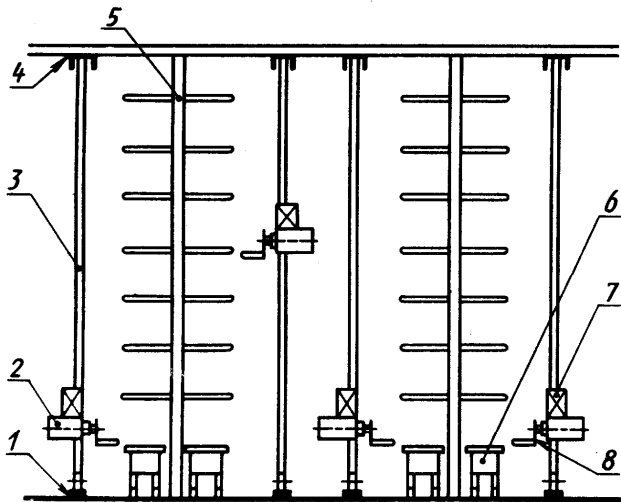


Рис. 7. Автоматизированный склад

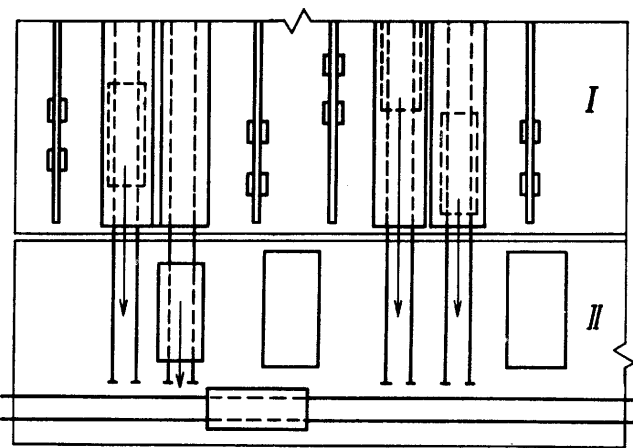
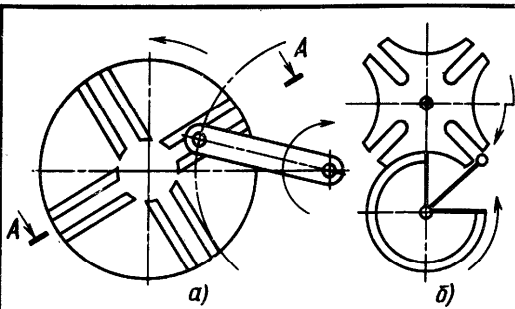


Рис. 8. Выдача заготовок в зону комплектации



А-А повернуто

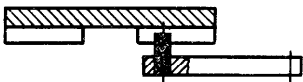


Рис. 1. Мальтийский крест

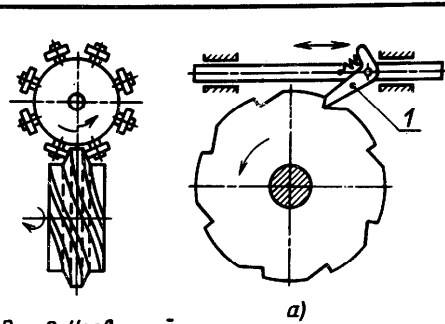


Рис. 2. Червячный механизм

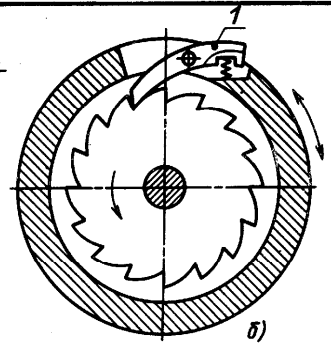


Рис. 3. Храповые механизмы

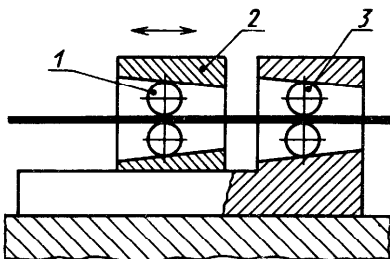


Рис. 4. Схема клещевой подачи

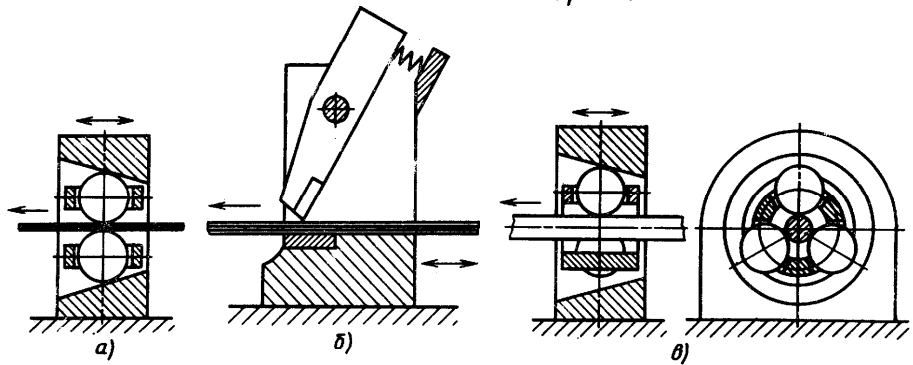


Рис. 5. Захватные устройства клещевой подачи

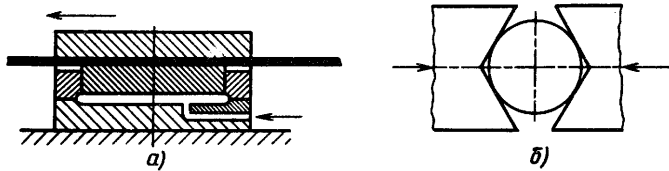


Рис. 6. Схема захватных устройств клещевой подачи с принудительным зажимом

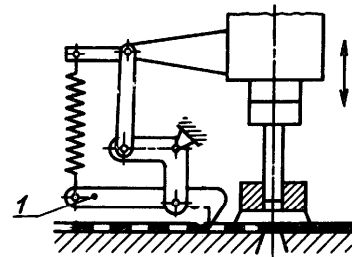


Рис. 6. Схема крючковой подачи

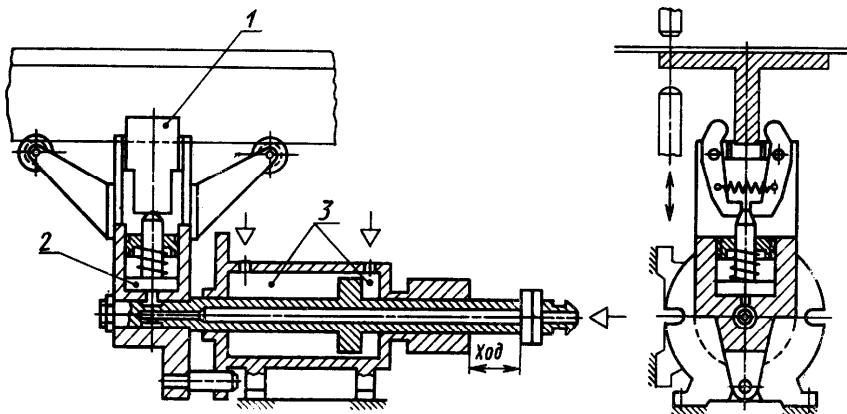


Рис. 7. Устройство шаговой подачи при контактной сварке

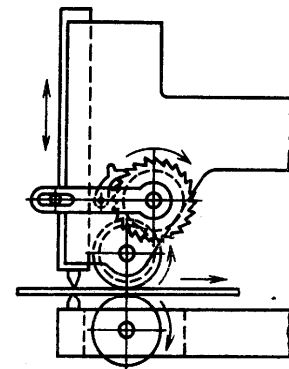


Рис. 9. Схема валковой подачи

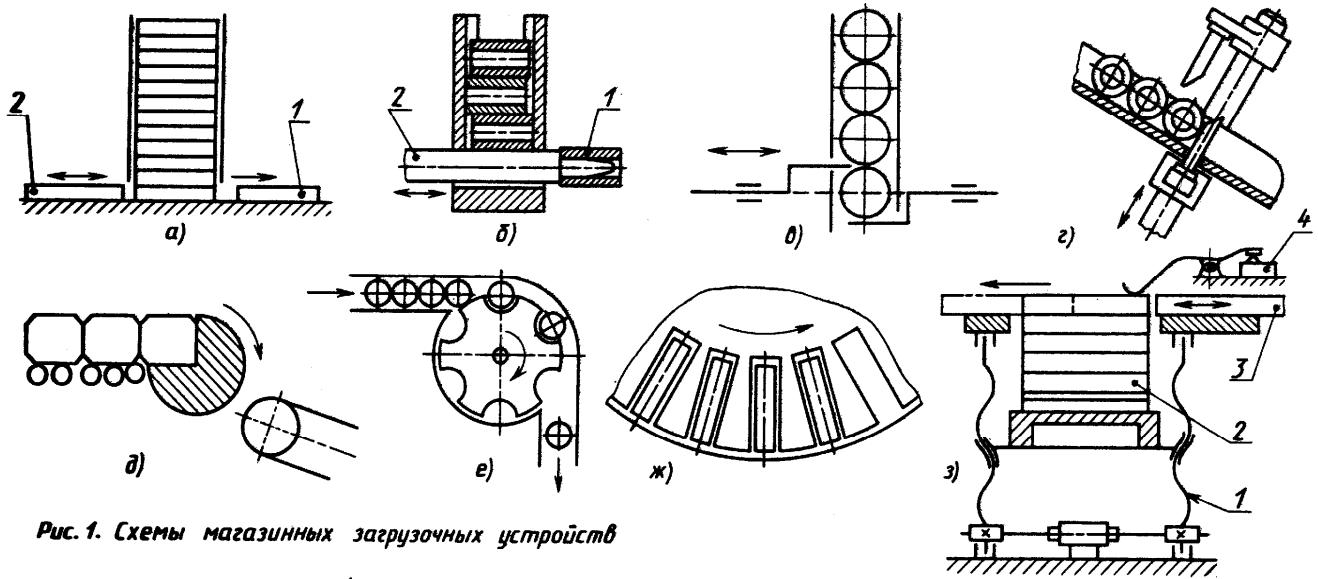


Рис. 1. Схемы магазинных загрузочных устройств

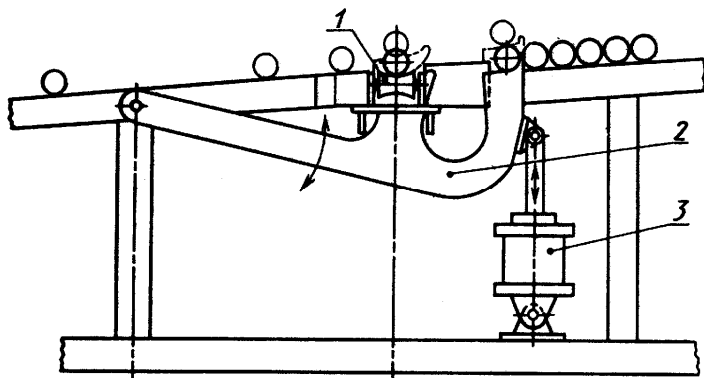


Рис. 2. Питатель для цилиндрических деталей

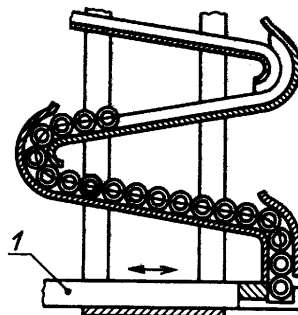


Рис. 3. Магазин-питатель для цилиндрических заготовок

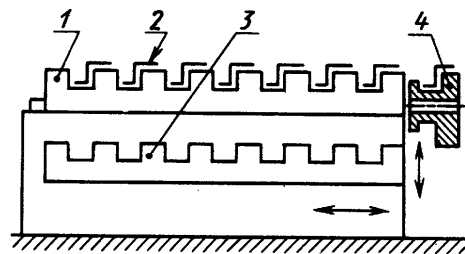


Рис. 5. Питатель для заготовок профильного проката

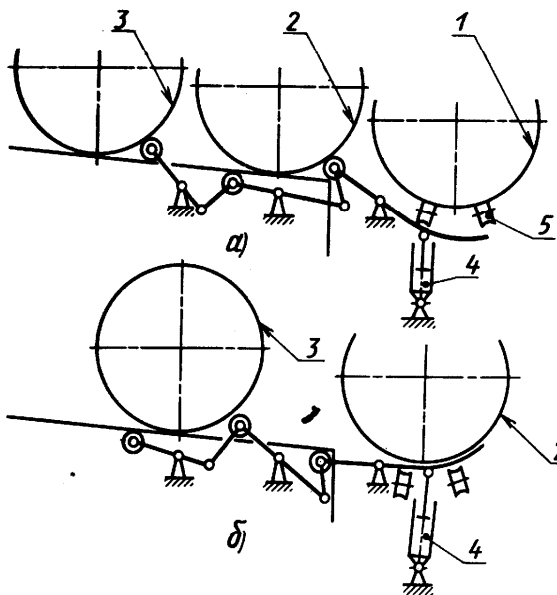


Рис. 4. Загрузка тяжелых труб на роликовый конвейер

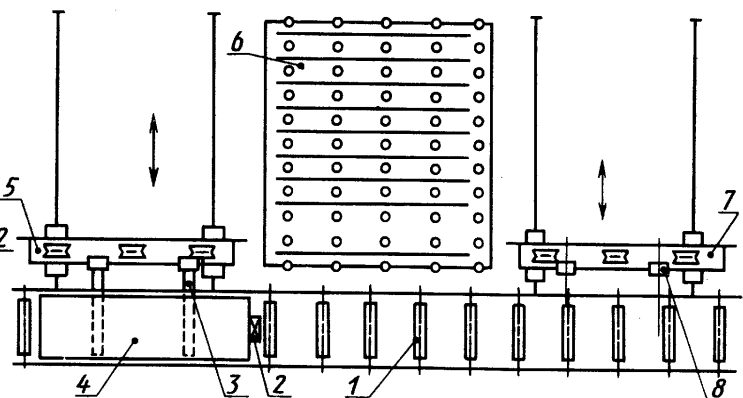


Рис. 6. Схема подбора парных заготовок

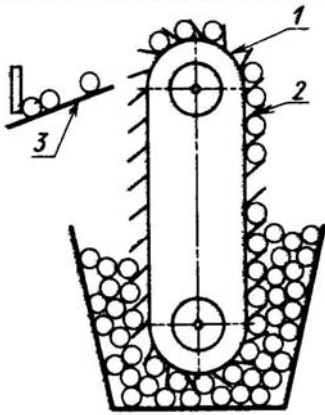


Рис. 1. Загрузочное устройство для цилиндрических деталей

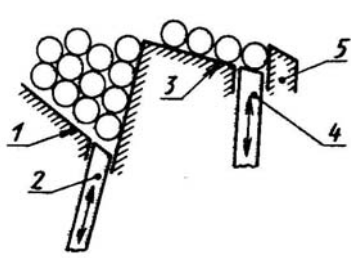


Рис. 2. Схема бункерного устройства с захватным механизмом

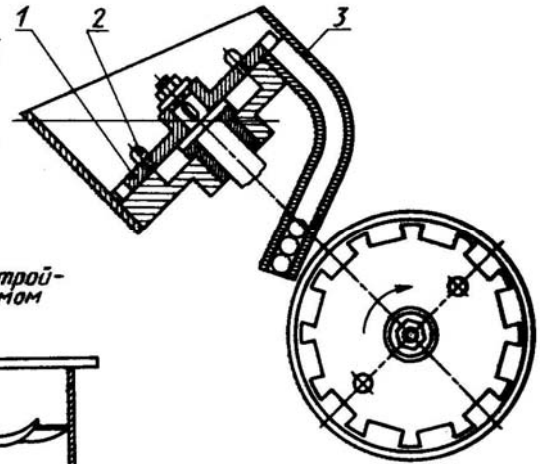


Рис. 3. Бункерное загрузочное устройство карманного типа

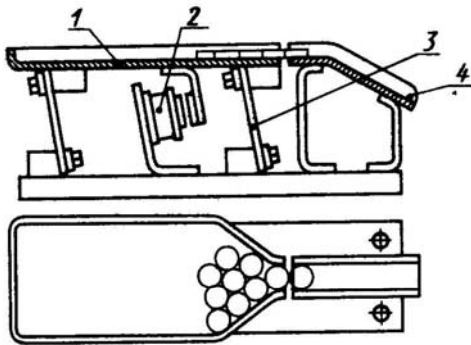


Рис. 4. Загрузочное устройство с вибрирующим лотком

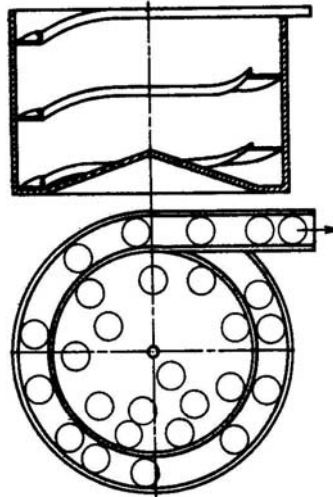


Рис. 5. Круговой вибробункер

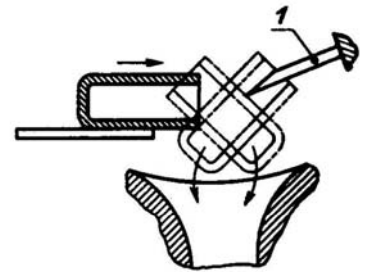


Рис. 7. Ориентирование комочков

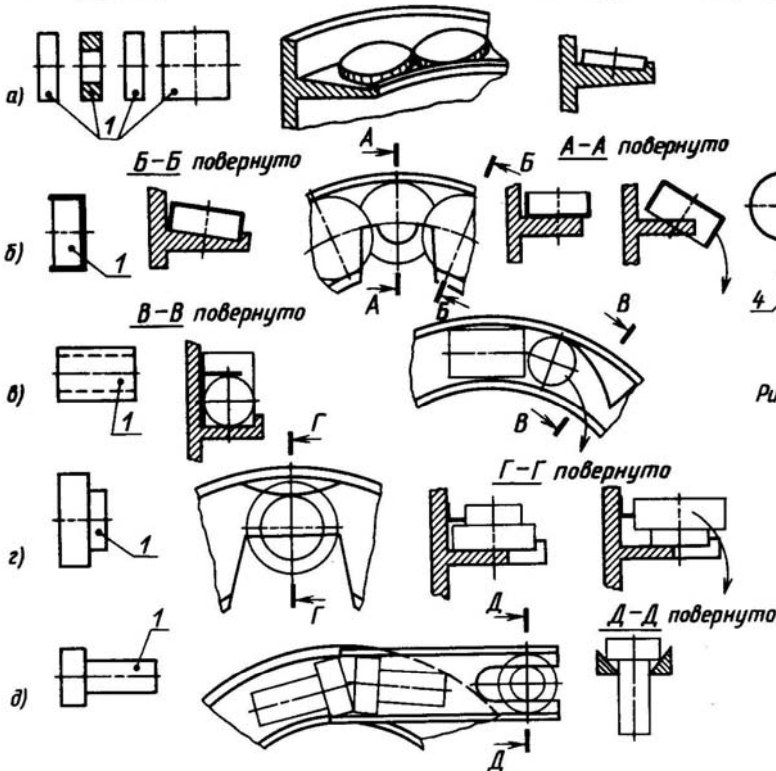


Рис. 6. Ориентация деталей в вибробункере

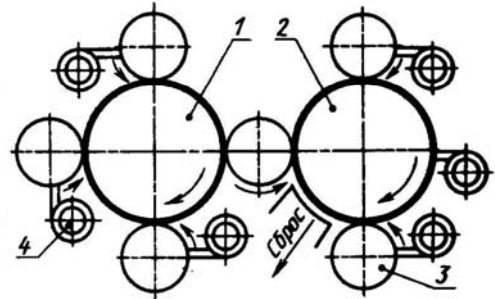


Рис. 8. Компоновка роторной линии для сборки

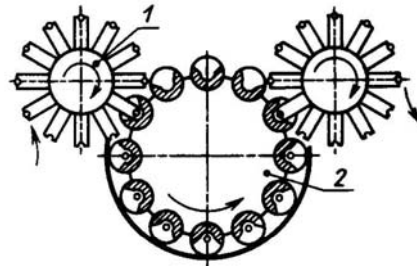


Рис. 9. Транспортные и рабочий роторы автоматической линии

2. ЗАГОТОВИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО (ЛИСТЫ 13 ...22)

ПОЯСНЕНИЯ К ЛИСТАМ 13... 22

ОПЕРАЦИИ ЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Отливки, кованные и штампованные заготовки обычно поступают на сварку в виде, не требующем дополнительных операций. Технологический процесс заготовки деталей из проката начинается с подбора металла по размерам и маркам стали и может включать следующие операции:

правку, разметку, резку, обработку кромок, гибку и очистку под сварку.

Правка (листы 13, 14). Листовой прокат требует правки в том случае, если металлургический завод поставляет его в неуправленном виде, а также если деформации возникли при погрузке, разгрузке или транспортировании. Наиболее часто встречаются следующие виды деформации (лист 13, рис. 1): *а* - волнистость, *б* - серповидность в плоскости, *в* - местные выпучины, *г* - заломленные кромки, *д* - местная погнутость, *е* - волнистость поперек части листа.

Правка осуществляется путем создания местной пластической деформации и, как правило, производится в холодном состоянии. Чтобы избежать значительной потери пластических свойств, значение относительного остаточного удлинения Δ (рис. 2, *а, в*) наиболее деформированных волокон обычно ограничивают площадкой текучести (рис. 2, *а, б*). Например, для стали Ст3 допускают Δ при холодной правке до 1 % и при холодной гибке до 2 %. Исходя из этого, ограничивают ход толкателя при правке на прессах и радиус вала при правке в вальцах. Листоправильные вальцы (рис. 3) могут иметь пять и более валков. Правка достигается в результате изгиба и растяжения путем многократного пропуска листов между верхним и нижним рядами валков. По такой же схеме работают углоправильные вальцы для правки уголков (рис. 4, 10).

В случае необходимости создания более значительных деформаций (рис. 2, *в*) правка и гибка стали должны производиться в горячем состоянии. Нередко правке в вальцах подвергают сварные заготовки из двух или нескольких листов, сваренных стыковыми швами. Для ограничения совершаемой пластической деформации зоны сварного соединения усиление сварного шва должно быть минимальным, иначе усиление рекомендуется удалить.

Для тонких листов лучшие результаты получаются при правке растяжением (рис. 5, 6). Растяжение полос и листов с целью правки можно выполнять или на прессовом оборудовании с помощью приспособлений (рис. 7), или на специальных растяжных машинах (рис. 9). Быстродействующий захват такой машины показан на рис. 8. Лист 2 роликом 7 направляется в щель между клиновыми **зажимами** 4, останапливается опусканием верхнего ролика 3 и зажимается подачей подвижных клиньев зажима влево.

Саблевидность листовой и широкополосной стали (искривление в плоскости) поддается правке в ограниченной степени.

Правка двутавров и швеллеров производится на правильно-гибочных прессах кулачкового типа. Прокатный профиль 2 (лист 14, рис. 11) изгибается между опорами 1 толкателем 3, причем величина прогиба регулируется перемещением опор 2 (рис. 12) с помощью штурвалов 1.

Правку мелко- и среднесортного и профильного проката производят на роликовых машинах (см. лист 13, рис. 10), работающих по той же схеме, что и Листоправильные. Для крупносортного проката, например двутавров и швеллеров, такой способ используется только для правки в плоскости меньшего момента сопротивления. В другой плоскости крупносортный прокат правят на правильно-гибочных прессах (см. лист 14, рис. 12) кулачкового типа путем изгиба.

Разметка. Индивидуальная разметка трудоемка. Наметка более производительна, однако изготовление специальных наметочных шаблонов не всегда экономически целесообразно. Оптический метод позволяет вести разметку без шаблона по чертежу, проектируемому на размечаемую поверхность.

Применение разметочно-маркировочных машин с пневмокернером обеспечивает скорость разметки до 10 м/мин при точности ± 1 мм и допускает использование программного управления. Использование приспособлений для мерной резки проката, а также газо-резательных машин с масштабной фотоконтрольной системой управления или программным управлением позволяет обходиться без разметки.

Резка и обработка кромок (листы 14 ... 17).

Резка листовых деталей с прямолинейными кромками из металла толщиной до 40 мм, как правило, производится на гильотинных ножницах (лист 14, рис. 1,а) и пресс-ножницах (рис. 1. б). Разрезаемый лист 2 заводится между нижним 7 и верхним 4 ножами до упора 5 и зажимается прижимом 3. Верхний нож, нажимая на лист, производит скалывание. При длине отрезаемого элемента 1 ...4м погрешность размера обычно составляет $\pm (2, 0 \dots 3, 0)$ мм при резке по разметке и $\pm (1, 5 \dots 2, 5)$ мм при резке по упору. Прямой рез со скосом кромки под сварку можно получить, используя специальные ножницы (рис. 1, в). При включении гидроцилиндра 1 качающийся ножедержатель 3 поворачивается сначала вокруг оси 6, закрепленной в детали 5, обеспечивая прямой рез с помощью ножа 9. Когда упор 2 ножедержателя упирается в выступ детали 5, детали 3 и 5 поворачиваются совместно вокруг оси 4, и нож 10

совершает рез на скос. На первом этапе деталь 5 неподвижна, так как ее выступ прижат прижимом 7 к регулируемому упору 8. На втором этапе прижим отжимается, разрешая поворот относительно оси 4.

Дисковые ножницы (рис. 2, а) позволяют осуществлять вырезку листовых деталей с непрямолинейными кромками толщиной до 25 мм. Для получения листовой заготовки заданной ширины с параллельными кромками дисковые ножи целесообразно располагать попарно на заданном расстоянии друг от друга (рис. 2, б).

Двухдисковые одностоечные ножницы с наклонными ножами (рис. 3) предназначены для прямолинейной, круговой, фигурной резки и скашивания кромки под сварку. Применяя специальный инструмент, их можно использовать для отбортовки и гибки. Резку можно производить как от края листа, так и из середины. Установка состоит из двух отдельных станков: приспособления 1 для зажима листа по центру вырезаемого круга и станка 2 с дисковыми ножами. Вращение ножей (дисков) 8, закрепленных на валах, осуществляется от электродвигателя 4. Нижняя головка перемещается с помощью червячной передачи 5. Вертикальное перемещение верхнего диска осуществляется электродвигателем 3. Зажим листа в приспособлении для круговой резки производится от электродвигателя 7. Радиус резки устанавливается перемещением приспособления электродвигателем 6.

Для поперечной резки фасонного проката применяют пресс-ножницы с фасонными ножами (лист 15, рис. 4, 5) или дисковые пилы. В некоторых случаях применяют резку гладким диском или с использованием трения, или контактно-дуговым оплавлением.

Производительным является процесс вырубки в штампах. При номинальных размерах деталей 1 ... 4 м отклонения могут соответственно составлять $\pm (1,0 \dots 2,5)$ мм.

При резке листов на механических ножницах большие трудовые затраты обычно связаны с подачей листа к ножам и с уборкой отходов. Оснащение ножниц комплексом механизмов, управляемых одним оператором, позволяет исключить тяжелый ручной труд (рис. 6). Захват листа, его разворот и укладку на подающую тележку 5 осуществляют с помощью универсального портального манипулятора 8, имеющего колонну 7 с траверсой 6, снабженной вакуумными или электромагнитными захватами. Уложенный на холостой роликовый конвейер 2 лист с помощью прижимов 4 крепится к механизму подачи 3. Самоходная тележка 5 по рельсам 9 подает лист к ножам 1, после чего механизмом 3 производится точная установка листа. При резке по разметке или с помощью указателя, скользящего по масштабной линейке, управление ножницами и механизмом подачи осуществляется оператором с пульта управления. При резке по упору партии одинаковых деталей процесс может быть полностью автоматизирован. Подача листа отключается конечными выключателями. Отрезанные детали собирают в тележку, подталкиваемую под ножницы. Перед обрезкой кромок тележку откатывают, и обрезки падают в приямок, откуда механизм сталкивает их в бункер.

Разделительная термическая резка менее производительна, чем резка на ножницах, но более универсальна и применяется для получения стальных заготовок как прямолинейного, так и криволинейного очертания при широком диапазоне толщ ин. Наряду с газопламенной кислородной резкой (рис. 7, а) все шире применяют плазменно-дуговую резку (рис. 7, б) струёй плазмы между водоохлаждаемым электродом 2 и изделием 1. Этим способом можно обрабатывать практически любые металлы и сплавы. Использование в качестве плазмообразующего газа сжатого воздуха дает не только экономические, но и технологические преимущества, так как наряду с весьма высоким качеством реза обеспечивается значительное повышение скорости резки, особенно при вырезке заготовок из сталей малой и средней толщины (до 60 мм). Недостатком воздушно-плазменной резки является насыщение поверхностного слоя кромок азотом, что способствует образованию пор при сварке. Поэтому зачастую необходимо кромки подвергать механической обработке или зачистке стальной щеткой.

Расширяется применение лазерной резки (рис. 7, в). Большой мощностью обладают газовые технологические лазеры непрерывного действия. В активной зоне А газового квантового генератора 5 между зеркалом 6 и полупрозрачным зеркалом 4 получают монохроматическое когерентное излучение электромагнитных волн, которое направляют зеркалом 3 и фокусируют оптической системой 2 на поверхность разрезаемого изделия /. Преимущества лазерной резки — чрезвычайно малая ширина реза (доли миллиметров), возможность резки материала малой толщины (от 0,05 мм).

Для резки профильного металла применяют иногда электроконтактную резку (рис. 7, г). Резка происходит в результате возникновения периодических электрических разрядов между разрезаемой деталью 3 и вращающимся электродом 2, присоединенным к источнику питания 1. Метод эффективен при резке труднообрабатываемых материалов.

Ручную и полуавтоматическую резку листов производят обычно по разметке, авто магическую — с помощью копирных устройств (рис. 8), по масштабному чертежу или на машинах с программным управлением.

Газо-резательные машины с масштабной дистанционной фотокопировальной системой управления и программным управлением более производительны. Несущая часть прямоугольно-координатных машин, работающих с этими системами копирования, может быть портально-консольной (лист 16, рис. 9, а - г) или портальной (рис. 9, д). Установки имеют несущую часть 1, копирное ведущее устройство 2, копирный стол 3 и инструмент 4, режущий обрабатываемый лист 5. В качестве режущего инструмента может быть использован резак для резки кислородной струёй или плазменной дугой.

Пример портальной машины приведен на рис. 10. Машина имеет портал 3, перемещающийся от привода 7 по рельсовому пути 1. На портале имеются два поворотных трехрезаковых блока 6 для скоса

кромки под сварку и отдельные машинные резаки 4, закрепленные на суппортах, перемещающихся поперек рельсового пути по направляющим 5. Управление движением резаков производят, используя фотокопировальную систему или программное устройство. Машины портального типа позволяют обрабатывать листы 2 толщиной до 100 мм с габаритами до 3200 X 16000 мм.

Фотокопирование производится по копирующему чертежу (рис. 11), выполненному в масштабе 1:10. Закрепленная на копировальной части машины фотоэлектрическая головка имеет в своем корпусе осветитель, создающий световое пятно 2 (рис. 12) на поверхности чертежа, перемещающееся или прямолинейно (рис. 12, а), или по окружности 3 (рис. 12, б, в) относительно широкой (рис. 12, д, б) или узкой (рис. 12, в) линии 1 чертежа.

Импульсное фотокопирование осуществляется следующим образом (рис. 13). Свет от лампы 8 при помощи зеркала 2 направляется на чертеж через линзу 1, эксцентрично закрепленную на валу электродвигателя 4. В результате вращения линзы на поверхность чертежа проецируется световое пятно, перемещающееся по окружности и пересекающее линию чертежа 2 раза за один оборот. Свет, отраженный от чертежа, попадает на фотоэлемент 9. Освещенность, а вместе с ней и ток фотоэлемента, в момент пересечения точкой линии чертежа резко падают. Возникающие при этом импульсы напряжения оказываются сфазированными с переменным напряжением сети, причем фазы импульсов зависят от положения линии чертежа относительно траектории светового пятна. Эти импульсы напряжения подаются на усилитель 7 и тиристорный блок 6. Разностный ток двух тиристоров управляет двигателем 5 поворота фотоголовки 3, направляя световое пятно по линии чертежа. Смещение резака происходит синхронно со смещением фотоголовки.

Применение ЭВМ позволяет отказаться от изготовления копирных чертежей и непосредственно управлять перемещением резаков. Контуры деталей, задаваемые в виде математических функций или через координаты отдельных точек, выводятся на экран графического дисплея. Компоновка деталей в пределах масштабного контура листа также производится на экране дисплея и записывается в виде рабочей программы для машины термической резки. Затем производят контурное вычерчивание карты раскроя (лист 17, рис. 14) на чертежном устройстве, подключенном к ЭВМ. В программу вводится также режим резки, порядок обхода контура детали и траектории перехода с контура одной на контур другой детали. Нанесение маркировки на вырезаемых деталях и линий последующей гибки программируется аналогичным образом.

Подготовка кромок под сварку (рис. 15) может производиться двумя резаками 1, 2 при одностороннем скосе с притуплением и тремя резаками 1, 2, 3 при двустороннем скосе (рис. 16).

Строжка или фрезеровка кромок на станках обычно производится в следующих случаях: 1 — для образования фасок, имеющих сложные очертания; 2 — если технические условия требуют обработки кромок после резки ножами; 3 — для обеспечения точных размеров детали;

4 — для улучшения поверхности некоторых сталей повышенной прочности после ручной газовой резки. При строжке длинных кромок листов большого размера применяют кромкострогальные станки (рис. 17), для обработки торцов — торцефрезерные станки (рис. 18). При обработке на кромкострогальном станке (рис. 17) лист 3 укладывают на столе 1 до упора 2 и крепят прижимами 6. Обработка кромки производится резцом 4, закрепленным в головке 5, перемещающейся по направляющим вдоль кромки.

Обработка кромок листа 3 (рис. 18), закрепленного прижимами 2 стола 1 на торцефрезерном станке, производится фрезой 4, вращаемой головкой 6, которая перемещается вдоль кромки листа по горизонтальным направляющим. Торцефрезерный станок имеет механизм 5 вертикального перемещения фрезы, что позволяет производить обработку торца деталей различной конфигурации.

Гибка (листы 18 ... 20).

Холодную гибку листовых элементов толщиной до 60 мм для получения цилиндрических и конических поверхностей осуществляют на листогибочных вальцах с вальцами длиной до 13 м. При вальцовке в холодном состоянии отношение радиуса изгиба к толщине листа ограничивают допустимой величиной создаваемой пластической деформации. Так, если для низкоуглеродистых и низколегированных сталей это отношение оказывается меньше 25, то обычно вальцовку рекомендуют производить в горячем состоянии.

При гибке в вальцах концевой участок a листа (лист 18, рис. 1, а) остается почти плоским. Ширина этого участка при использовании трехвальцовых вальцов определяется расстояниями b между осями валков (рис. 1, б) и может составлять 150 ... 200 мм и более. В четырехвальцовых вальцах несвальцованным остается только участок шириной (1 ... 2) s (где s — толщина листа), зажатый между средними вальцами (рис. 1, в). Более правильное очертание концевого участка листа может быть получено или путем калибровки уже сваренной обечайки, или путем предварительной подгибки кромок под прессом (рис. 2, а), или на листогибочных вальцах с толстым подкладным листом 1 (рис. 2, б), согнутым по заданному радиусу. После подгибки кромок лист устанавливают в гибочные вальцы, выверяют параллельность оси вала и кромки листа и начинают гибку со средней части листа (рис. 1, г). Использование двухвальцовых гибочных вальцов с эластичным полиуретановым покрытием нижнего вальца позволяет устранить необходимость в дополнительной операции подгибки кромок при вальцовке обечайки из листов толщиной до 6 мм. Упругое покрытие обжимает листовую заготовку вокруг жесткого верхнего вальца (рис. 1, д) и обеспечивает равномерный изгиб по всей длине.

Примером универсального оборудования, позволяющего изготовить различные по размерам обечайки, служит установка для свободной гибки (рис. 3, а, б, в). Заготовку обечайки зажимают в струбцинах, установленных на специальных тележках, одна из которых неподвижна, а вторая движется по направлению к первой. Одновременное

движение тележки и поворот струбцин вокруг собственной оси позволяют получить обечайку заданной цилиндрической формы. На рис. 4 представлены возможные дефекты гибки обечаек: перекося кромок (рис. 4, а), перегиб обечайки (рис. 4, б), конусность (рис. 4, в), бочкообразность с выпуклой (рис. 4, г) или вогнутой (рис. 4, д) образующими.

При гибке листов в нагретом состоянии листы деформируются под действием силы тяжести, отстающая от листа окалина попадает между листом и валком и портит поверхность металла. Исключить эти недостатки можно применением вертикальных листогибочных машин (рис. 5), на которых гибка листа производится между цилиндрическим валком 7 (рис. 5, а) и боковыми опорами 2, расстояние 1 между которыми можно менять. Гибка производится периодически при движении опор к цилиндрическому валку. Затем опоры отводятся назад, валок 1 поворачивается, перемещая лист на величину Δl (рис. 5, б), и производится изгиб следующего участка (рис. 5, в).

При большой толщине листа обечайки изготавливают из двух половин штамповкой в нагретом примерно до 1000 °С состоянии. Гибка заготовок производится на гидравлическом прессе в несколько переходов. Сначала осуществляется предварительная гибка на 1/3 высоты (рис. 6, а), затем — полная гибка с выдержкой в течение 2 ... 3 мин под давлением (рис. 6, б). Траверса поднимается, выдвигаются продольные брусья и производят окончательную гибку полуобечайки (рис. 6, в).

Сечения, получаемые продольной гибкой из листа или полосы, чрезвычайно разнообразны. Для изделий крупносерийного и массового производства заготовки требуемой формы поперечного сечения целесообразно заказывать на металлургических заводах, имеющих цехи гнутых профилей с высокопроизводительным специальным оборудованием. Если число одинаковых деталей недостаточно велико, холодную гибку из листа можно производить на кромкогибочных станках и прессах (рис. 7, 8). Кромкогибочные прессы позволяют гнуть листы толщиной до 18 мм и длиной до 5 м. Схемы работы и последовательности гибки различных профилей приведены на рис. 7, 8.

На зигмашинах (лист 19, рис. 9, а ... е) осуществляют гибку кромок, закатку соединений кромок и рельефную формовку тонколистовых заготовок толщиной до 4 мм двумя вращающимися роликами, профиль которых зависит от производимой операции.

Гнутые профили экономичнее профилей проката. Их применение дает большую экономию металла. Поэтому гнутые профили широко используют в различных конструкциях, вагоностроении, автомобилестроении и других отраслях промышленности.

Гофрирование (рис. 10) повышает жесткость листов. При гофрировании гибкой (рис. 10, а) поперечные кромки листов теряют плоскую форму, что затрудняет присоединение их к другим элементам конструкции. При гофрировании штамповкой, если выступы на поверхности листов получают вытяжкой, кромки остаются плоскими (рис. 10, б).

При холодной гибке профильного проката и труб используют роликогибочные машины и трубогибочные станки. Роликогибочные машины имеют сменные фасонные ролики с ручьями, соответствующими профилю изгибаемой заготовки. Гибка в роликах аналогична гибке в валках листовых заготовок. Сортогибочные машины выполняются трехроликовыми симметричными (рис. 11, в), трехроликовыми асимметричными (рис. 11, б) и четырех роликовыми. В трубогибочных машинах (рис. 11, в) труба 1 зажимается между зажимом 2 и шаблоном 3 и изгибается при вращении шаблона и зажима.

При гибке труб и профилей иногда возникают трудности, связанные с нарушением формы поперечного сечения. В этом случае целесообразно использовать специальные гибочные станки с индукционным нагревом непрерывно перемещаемой и изгибаемой заготовки (рис. 12). Ограничение зоны нагрева со стороны выхода из индукторов (рис. 12) достигается охлаждением водой. Узкий деформируемый участок, нагретый до 1000 °С, заключенный между жесткими холодными частями заготовки, обладает малым сопротивлением пластическим деформациям и повышенной устойчивостью, что предотвращает образование гофров в зоне сжатия.

При гибке с индукционным нагревом изгибаемая заготовка 3 (рис. 12) закрепляется в каретке 2 и направляющих роликах 4, упираясь в упор 1. Гибка производится гибочным роликом 5 при перемещении заготовки кареткой и нагреве ее на узком участке индуктором 6. На таких станках можно выполнять гибку различных профилей, устанавливая нужные направляющие и гнущие ролики (рис. 13).

На рис. 14 (лист 20) показан трубогибочный станок с индукционным нагревом трубы, содержащий следующие основные узлы: механизм продольной подачи 1, каретку зажима 2, устройства 3 и 5 для поддержания трубы, механизм 6 перемещения нажимного ролика, трансформатор 4 с индуктором.

Формообразование с использованием взрывчатых веществ 1 (рис. 15, а) и воды в качестве передающей среды позволяет изготавливать как небольшие детали 2 сложной формы, так и крупногабаритные с практически неограниченными размерами. Электрогидравлический способ формообразования (рис. 15, б) использует ударную волну, образующуюся при электрическом разряде между электродами 1 в жидкой среде. Энергия формовки легко дозируется, установки бесшумны и безопасны.

Холодная листовая штамповка обеспечивает высокую точность и производительность, меньшую массу сварных конструкций и применяется для изготовления деталей из листов толщиной до 10 мм. Основными видами холодной штамповки являются вырубка (рис. 16, а), пробивка отверстий, гибка — одно-угловая (рис. 16, б) и двух-угловая (рис. 16, в), вытяжка (рис. 16, г) и формовка (рис. 17). Для изготовления листовых деталей (рис. 17, в) с отбортовкой применяют приемы формовки, показанные на рис. 17, а, б. Деталь 1 формуют с помощью эластичного пуансона 2 из резины и матрицы (формоблока) из текстолита и других дешевых материалов.

Горячая гибка толстого листового металла применяется при изготовлении барабанов котлов, сосудов высокого давления, зубчатых колес, барабанов, лебедок и т.п. Ее осуществляют с помощью гибочных вальцов, а также под прессом. Последовательность операций штамповки днища показана на рис. 18.

ЛИНИИ ЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Компоновка оборудования заготовительных линий (листы 21, 22).

В серийном производстве, в частности на судостроительных предприятиях, операции очистки металла, грунтовки, сушки, маркировки, разметки и резки выполняют в автоматизированных поточных линиях.

Очистку и подготовку поверхности осуществляют перед запуском листов и профильного проката в обработку или после изготовления деталей до их сборки в зависимости от состояния поверхности материала, назначения и способа изготовления деталей и свариваемых узлов.

Очистку проката, деталей и сварных узлов выполняют механическими и химическими методами. Удаление загрязнений, ржавчины и окалина производят с помощью дробеструйных и дробеметных аппаратов, а также используют зачистные станки, рабочим органом которых являются металлические щетки, иглофрезы, шлифовальные круги и ленты. Очистка ручным и механизированным инструментом малопроизводительна и применяется в основном для зачистки сварных швов и для отделочных работ.

Очистку и грунтовку листов в линии (лист 21, рис. 19) выполняют в вертикальном положении. Листы подают на входной роликовый конвейер 1. Кантователь 2, переводящий лист из горизонтального положения в вертикальное, включается автоматически, как только предыдущий лист сойдет с него и будет подан следующий. Движение листов задают вращением роликов 3. Листы проходят камеры:

подогрева 4, дробеметную 5, грунтовки листов в электростатическом поле 6, терморadiационной сушки 7 и выдаются в накопитель 8. Все эти операции выполняются в автоматическом режиме. Один рабочий только наблюдает у пульта управления и регулирует режим работы агрегатов в зависимости от толщины и ширины листов и марки материала. Очистка и грунтовка полос профиля производится в аналогичной линии, но в горизонтальном положении.

При дробеструйной и дробеметной очистке применяют чугунную или стальную дробь размером от 0,7 до 4 мм в зависимости от толщины металла. В дробеструйных аппаратах дробь выбрасывается на очищаемую поверхность через сопло сжатым воздухом. Производительность дробеметных аппаратов, в которых дробь выбрасывается лопатками ротора (рис. 20, а), больше, чем дробеструйных, и очистка обходится дешевле, однако происходит быстрый износ лопаток. Дробеструйную и дробеметную очистку обычно осуществляют в камерах (рис. 20, б), через которые лист 5 проходит в вертикальном положении с опорой на ролики 7. Исползованная дробь элеватором 2 через сепаратор 3, в котором она очищается от частиц окалина, подается в расходный бункер 4 и поступает к дробеметным аппаратам 1. Пыль через трубопровод 6 вентилятором 8 подается в циклон 9 с водяной пленкой.

Беспыльные дробеструйные аппараты позволяют обходиться без камер, но они менее производительны, их применяют в мелкосерийном производстве, а также для очистки крупногабаритных сварных узлов, которые не могут быть поданы в камеру.

Для предохранения металла от ржавления в процессе изготовления сварных конструкций очистку обычно дополняют нанесением антикоррозийного покрытия (пассивирование, или грунтовка), позволяющего производить сварку без его удаления.

После дробеструйной обработки лист обдувают сжатым воздухом и подают в камеру 6 (рис. 19), которая содержит установку для пассивирования листа или окраски и грунтовки.

Камера пассивирования-фосфатирования (рис. 21) содержит корпус 1, к которому присоединен вентиляционный трубопровод 8. Приготовленный раствор из бака 2 поступает в расходный бак 5, откуда насосом 3 через фильтр 4 подается к форсункам 7 камеры, в которой на опорных роликах 6 располагаются детали.

Нанесение покрытия производят в электростатическом поле в камерах (рис. 22). Лист 1 устанавливается в вертикальном положении на опорные ролики 6, к которым подсоединен положительный полюс источника питания высокого напряжения 2. Краска из бака 4 насосом 5 подается на лист через распылители 3, подключенные к отрицательному полюсу источника питания 2. Отрицательно заряженные частицы притягиваются к положительно заряженному листу. Потери краски при этом минимальны.

При химической очистке применяют два способа: струйный и ванный. Химическая очистка эффективна, но требует больших затрат на очистку сточных вод. При ванной очистке в контейнеры в вертикальном положении устанавливают листы или профильный прокат, выдерживают определенное время и затем переносят краном в следующий контейнер, и так до полного завершения цикла. При струйном способе обработки компоненты, входящие в состав растворов, значительно интенсивнее реагируют с ржавчиной и окалиной, чем при обработке методом окунания. Струйный метод позволяет организовать наиболее производительные и механизированные поточные линии химической очистки.

Схема непрерывной поточной линии химической очистки струйным методом представлена на рис. 23. С роликового конвейера 1 через листоулавливающие вальцы 2 листы попадают на роликовый конвейер 3. Затем листоулавливателем листы устанавливаются в вертикальном положении на роликовый конвейер 4 и подаются в ряд камер: 5 — подогрева, 6 — травления, 8 — промывки, нейтрализации и пассивирования. Через камеры листы перемещаются системой роликов с приводом 7 и выталкиваются на неприводной роликовый конвейер 9, откуда снимаются кантователем-листоулавливателем 10 и ставятся в стеллаж.

После прохождения линии очистки и грунтовки из накопителя 1 (лист 22, рис. 24, в) с горизонтальным шагом подачи листы подаются гидротолкателем в двусторонний кантователь 2, направляющий их дальше или на механическую, или на термическую резку.

Участок термической резки предназначен для выполнения работ по маркировке и газовой вырезке всех деталей с криволинейными кромками из листовой стали толщиной 2 мм и более. Подача листов осуществляется по роликовым конвейерам на раскroечных платформах 7, у которых на основании 5 (рис. 24, а) установлены ребра 4, служащие опорой листа 3. На этих же платформах производится маркировка и термическая резка листов, а также уборка вырезанных деталей и отходов. Укладка листа на раскroенную платформу 7 (рис. 24, в) обеспечивается кантователем 2 в начале приемного роликового конвейера 6. Участок оборудован раскroечными платформами 7, двумя подающими роликовыми конвейерами 8 линии термической резки, роликовым конвейером 13 съема разрезанного листа и возвратным роликовым конвейером 14. Передача с роликового конвейера одного направления на другой, расположенный перпендикулярно, обеспечивается подъемом секции роликов. Подача листов и их транспортирование к механизмам линий термической резки, снятие деталей и их передача для дальнейшей обработки производятся при полуавтоматическом или ручном управлении.

В линиях резки используют маркировочные и резательные машины типа "Кристалл" с цифровым программным управлением. Резке предшествуют разметка линий последующей гибки листовых деталей и их маркировка. При этом необходимо, чтобы положение листа в системах координат разметочно-маркировочной машины и машины термической резки было одинаковым. Разметка осуществляется пневмокернером или другим разметочным инструментом со скоростью до 10 м/мин и точностью 1 мм. Исполнительная часть машин 9 включает портал продольного хода, на котором смонтирована тележка поперечного перемещения, несущая на себе построитель знаков с рабочим инструментом. Нанесение линий разметки и холостые переходы осуществляются при движении портала и поперечной тележки, а нанесение марок - только при движении кареток построителя знаков, повернутого на заданный угол.

После разметки и маркировки листы на тех же раскroечных платформах подаются к машинам термической резки 10, а затем по окончании резки выдаются в зону действия перегружателя-кантователя 12 с магнитной плитой 15 (рис. 24, б). Траверса с большим числом магнитов (до 800 шт.) снимает все детали, а если необходимо, то кантует их на 180° для зачистки грата, а затем возвращает в исходное положение и укладывает на ленточный конвейер 11. Механизированная сортировка вырезанных деталей обеспечивается сортировщиком с вакуумно-магнитными присосками на траверсе. Этот, управляемый оператором, сортировщик раскладывает все крупные детали (более 0,7 X 0,7 м) в пачки в зависимости от маршрута их дальнейшей обработки. Детали меньшего размера отсортировываются от крупных с помощью специального устройства в процессе перехода с ленточного конвейера на роликовый конвейер. Детали размером меньше 0,7 X 0,7 м комплектуются в контейнеры на шаговом конвейеро-комплектаторе, работающем в полуавтоматическом цикле.

Поскольку раскroечная платформа 7 выполняет функции газорезательного стола, то с ее помощью осуществляется уборка шлака из зоны резки под резательной машиной. Для этого платформа после снятия с нее деталей на позиции 7 наклоняется для сброса отходов в бункер, а затем возвращается роликовым конвейером на приемный роликовый конвейер 6. Так как маркировка деталей автоматами 9 производится в одной линии с машинами 10 для резки, то для сокращения потерь времени из-за асинхронности работы этих машин предусматривается накопление по крайней мере двух замаркированных листов.

Примером комплексной механизации заготовительных операций в серийном производстве может служить поточная линия заготовок труб большого диаметра на Челябинском трубопрокатном заводе. Последовательность расположения ее агрегатов показана на рис. 25, д. С железнодорожной платформы 2 листоукладчиком 1 листы по одному подаются на приемный роликовый конвейер 3 и направляются в кромкострогальный станок 4 двусторонней строжки кромок и снятия фасок под сварку. Рабочее движение осуществляют клетки с рабочими валками 1 (рис. 25, б), припуск снимается резами 2. Формовка листа в трубную заготовку выполняется на кромкогибочном стане 5 (рис. 25, а, в) и прессах 7 и 8. Управление станом 5 и прессом 7 осуществляет один оператор. На выходе из стана подгибки кромок лист захватывается упором цепного конвейера 6 и попадает под пресс 7, одновременно выталкивая ранее сформованную заготовку. Предварительная формовка под прессом (рис. 25, г) производится при ходе пуансона 1 до упора в матрицу 4 с помощью кулис 3 с роликами 2. Потом заготовка поднимается вверх и выталкивается на промежуточный роликовый конвейер, откуда она цепным конвейером подается на окончательную формовку 9 (рис. 25, д), которая схематически показана на рис. 25, д.

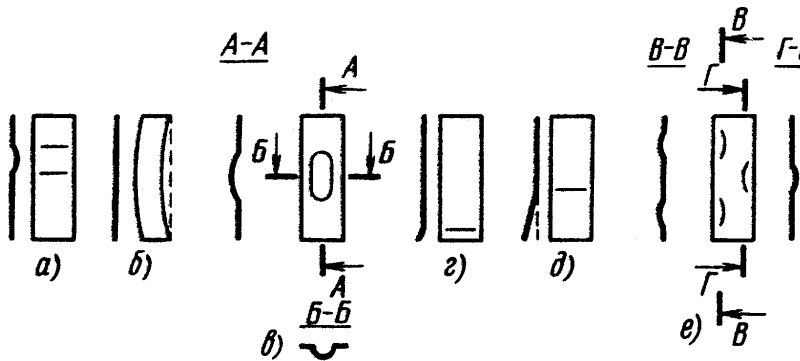


Рис.1. Виды деформации листовой стали

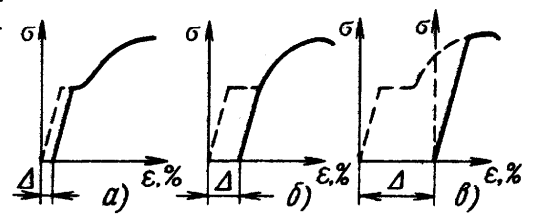


Рис.2. Диаграмма растяжения

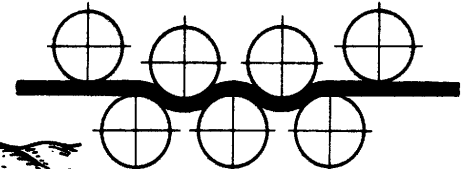


Рис.3. Схема правки в листопрямительных вальцах



Рис.4. Допускаемые отклонения от прямого угла профиля уголка



Рис.5. Хлопуны и волны на тонколистовом материале до правки



Рис.6. Заготовка, выправленная растяжением

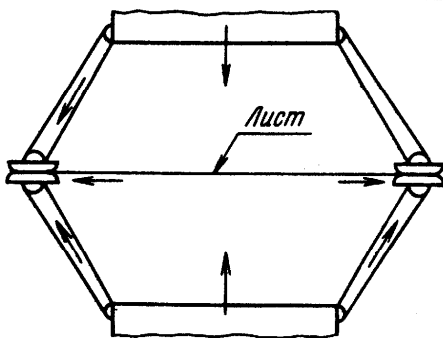


Рис.7. Схема приспособления для растяжения полос на прессе

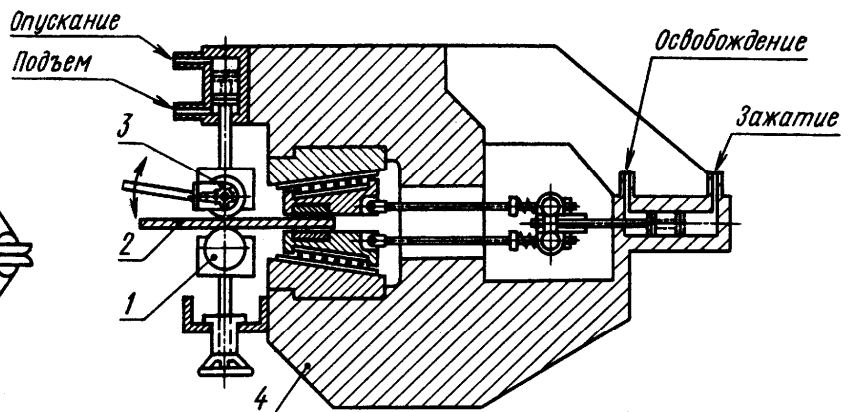


Рис.8. Быстродействующий захват растяжной машины для правки листов

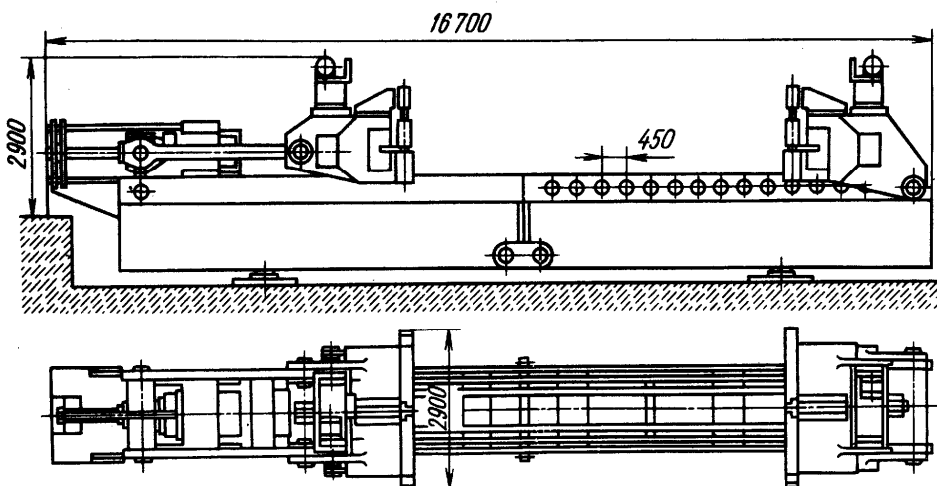


Рис.9. Листопрямительная растяжная машина 7000 кН

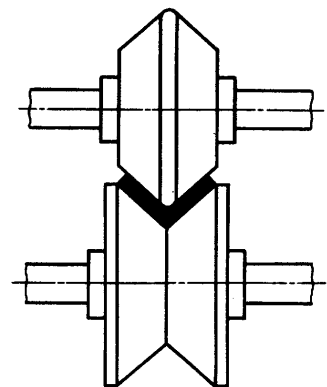


Рис.10. Схема правки уголков в углопрямительных вальцах

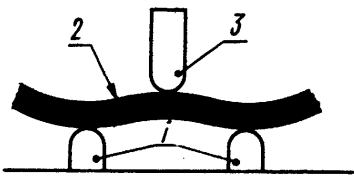


Рис. 11. Схема правки прокатной профильной стали

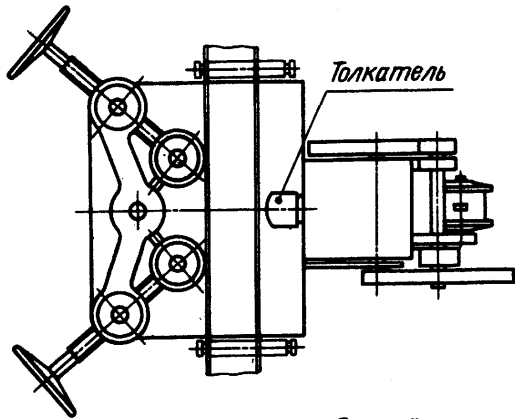
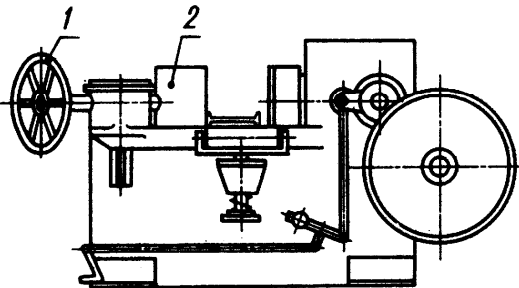


Рис. 12. Правильно-гибочный (кулачковый) пресс

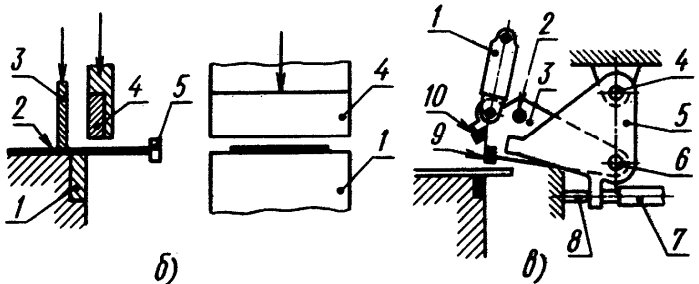
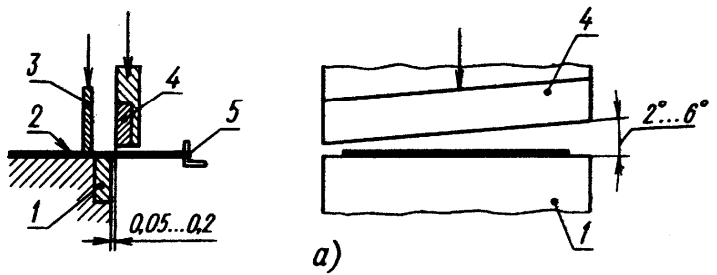


Рис. 1. Схемы резки металла на ножницах: а—гильотинных, б—пресс-ножницах, в—специальных

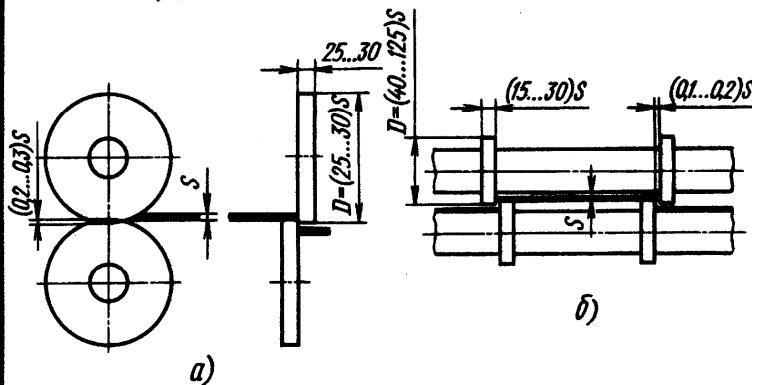


Рис. 2. Схема резки металла на дисковых ножницах

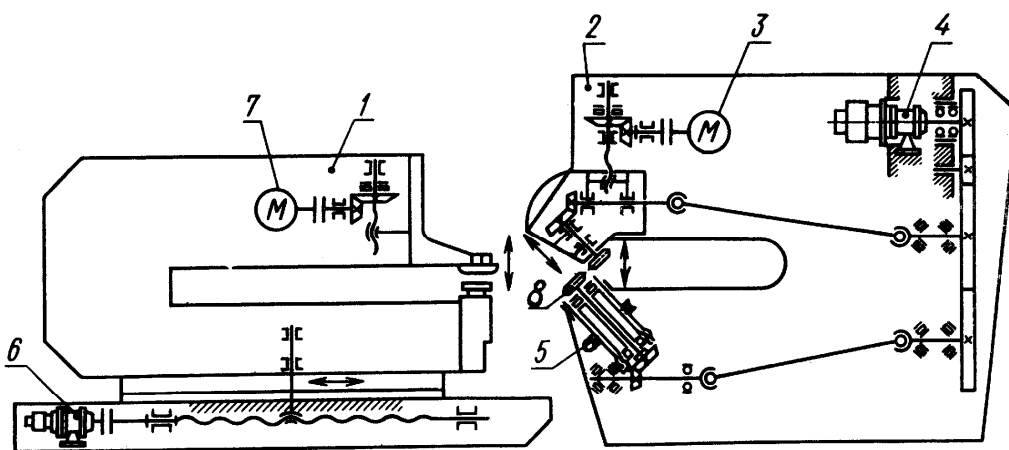


Рис. 3. Схема двухдисковых одностоечных ножниц с наклонными ножами

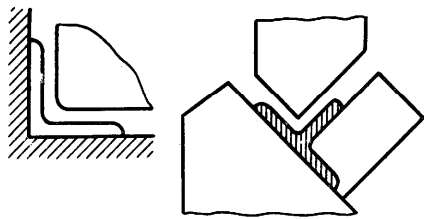


Рис. 4. Схема резки профильного металла

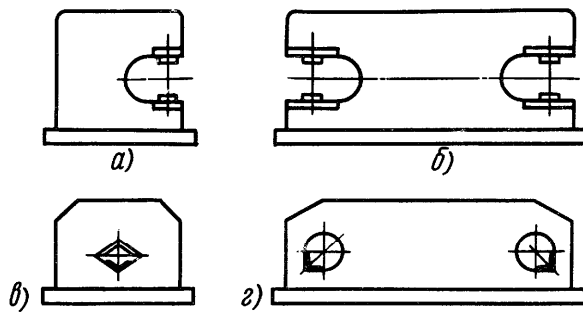


Рис. 5. Одно- и двусторонние пресс-ножницы: а и б - с открытым зевом; в и г - с закрытым зевом

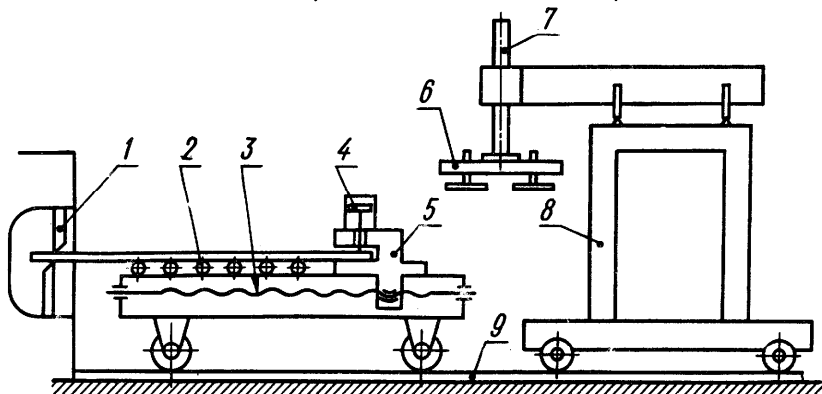
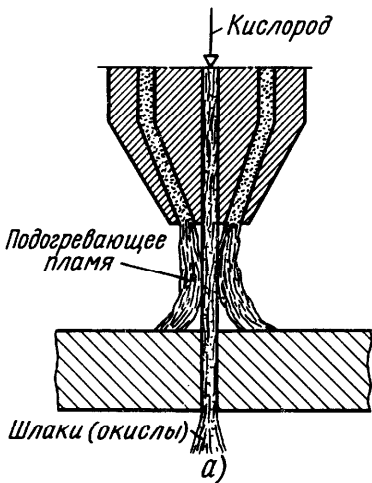


Рис. 6. Механизация подачи листа к гильотинным ножницам

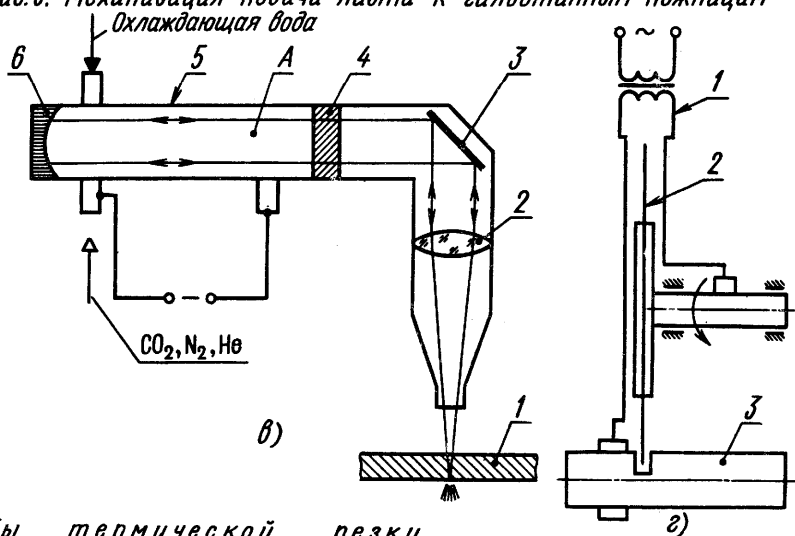
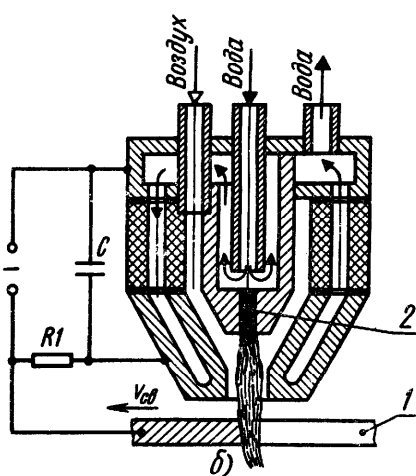


Рис. 7. Способы термической резки

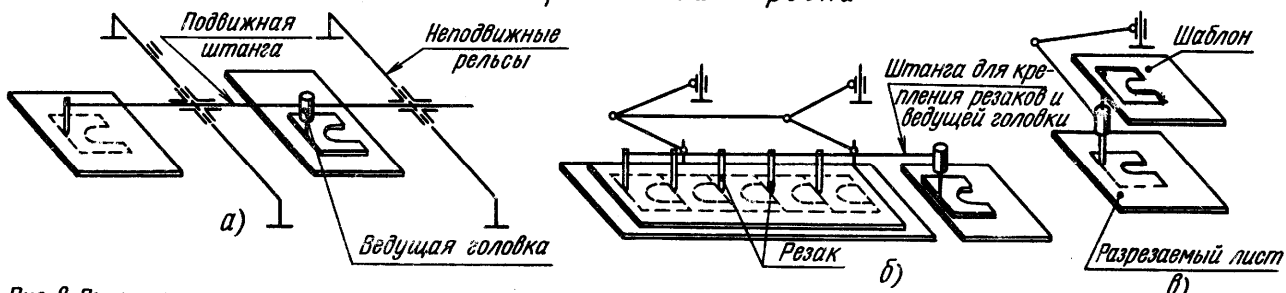


Рис. 8. Принципиальные кинематические схемы стационарных газорезательных машин с передаточными устройствами: а - продольно-поперечным, б - параллелограммным, в - радиально-шарнирным

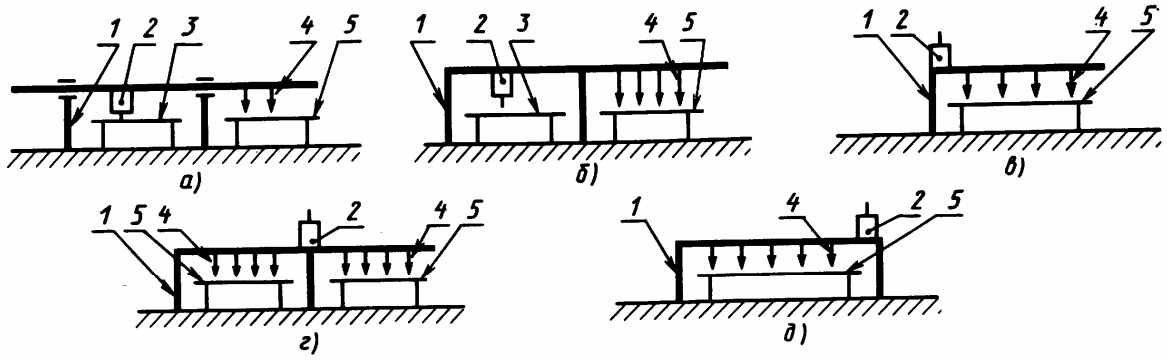


Рис. 9. Принципиальные схемы несущей части прямоугольно-координатных машин для резки листов

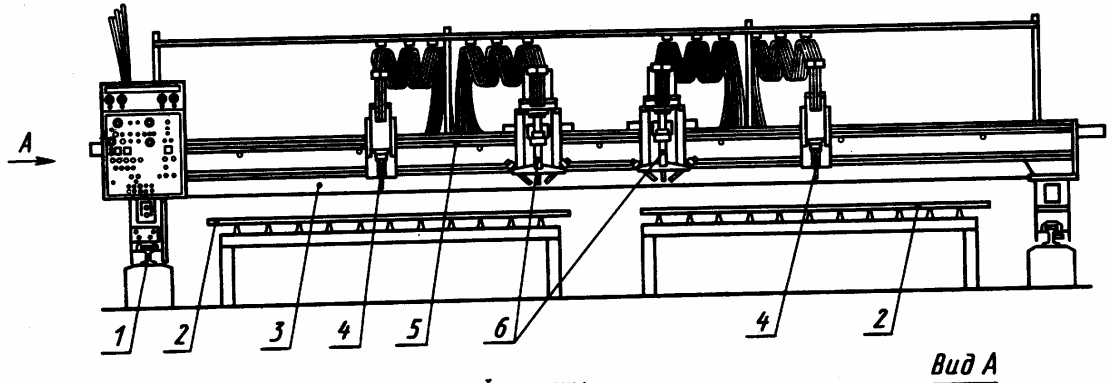


Рис. 10. Схема портальной машины

Вид А

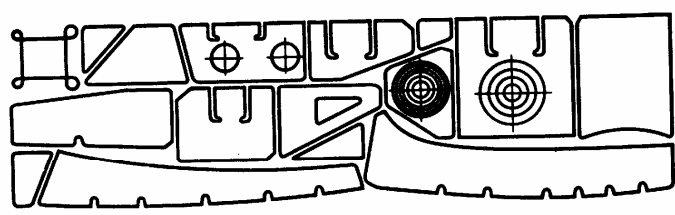


Рис. 11. Копирный чертёж

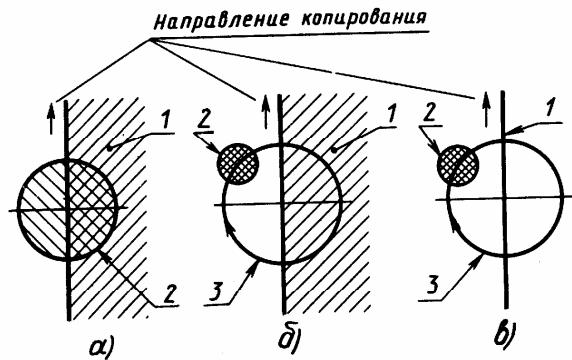
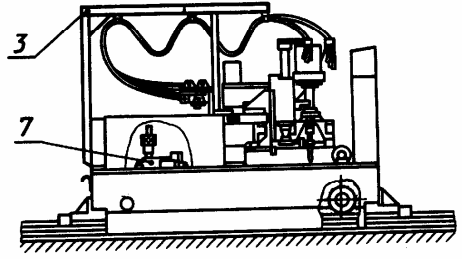


Рис. 12. Расположение световых пятен в системах фотокопирования

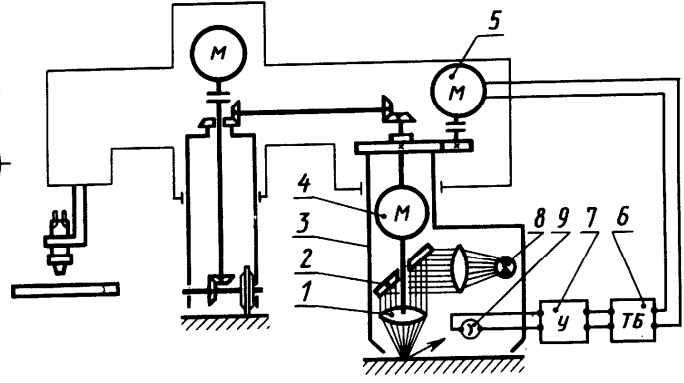


Рис. 13. Схема фотокопирования

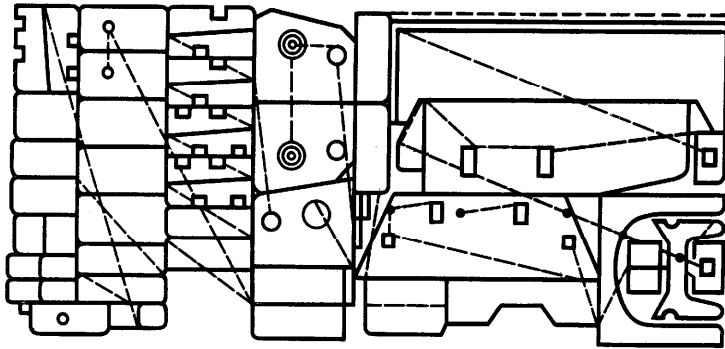


Рис. 14. Карта раскроя листа, полученная на ЭВМ

Схема расположения резаков

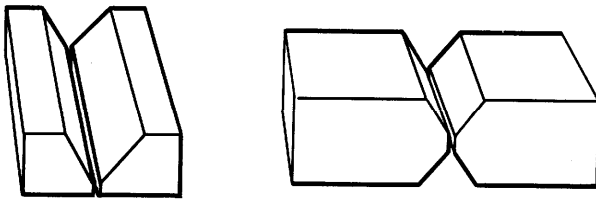
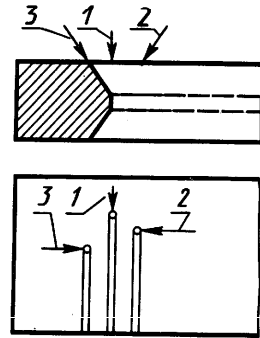
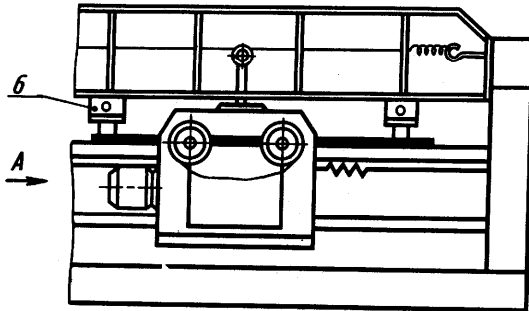


Рис. 15. Образцы резов с односторонним и двусторонним скосами кромок



Вид А

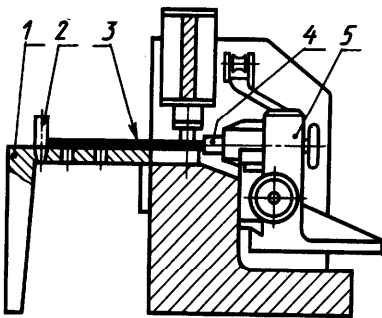


Рис. 17. Схема кромокострогального станка

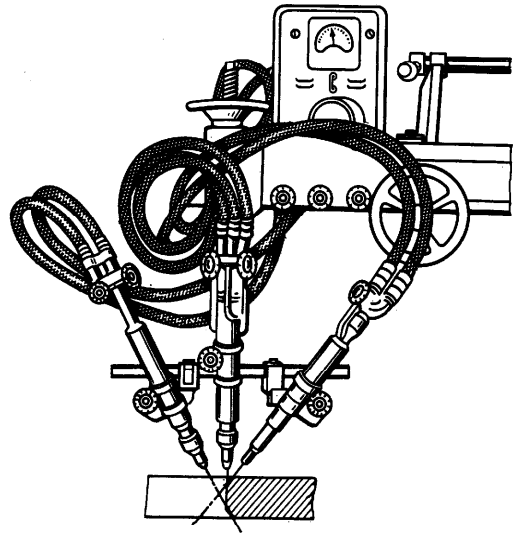


Рис. 16. Одновременная резка и разделка кромок под сварку тремя резаками

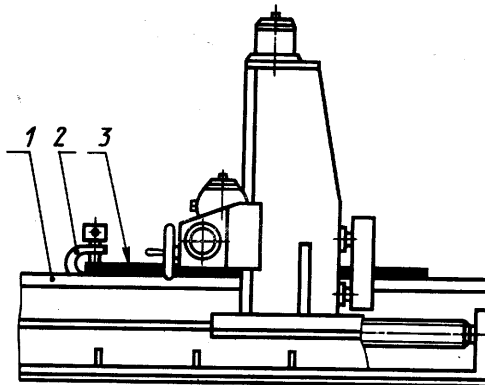
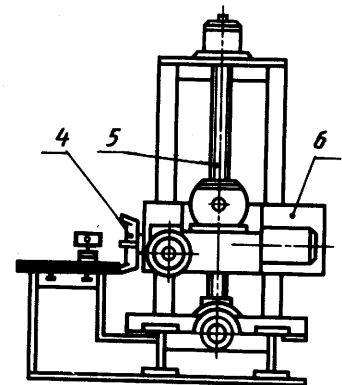


Рис. 18. Схема торцефрезерного станка



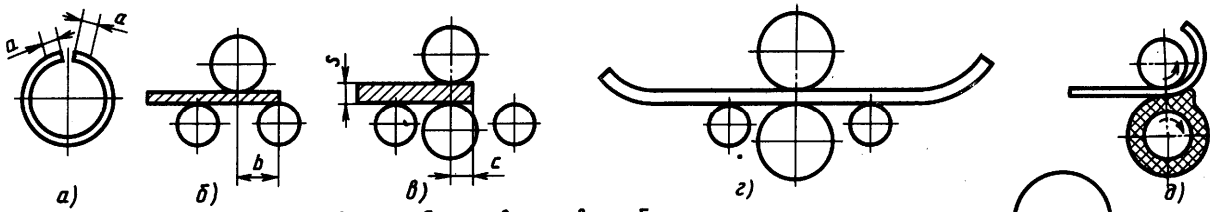


Рис. 1. Схемы вальцовки обечаяек

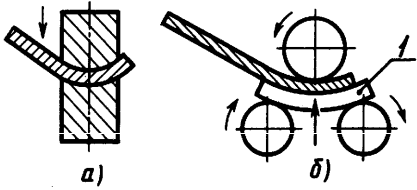


Рис. 2. Схемы подгибки кромок под вальцовку

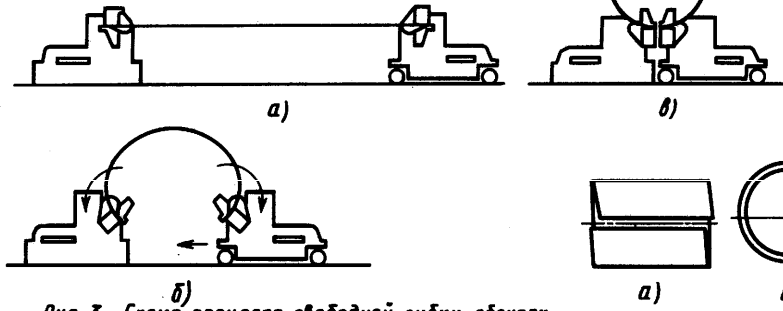


Рис. 3. Схема процесса свободной гибки обечаяек

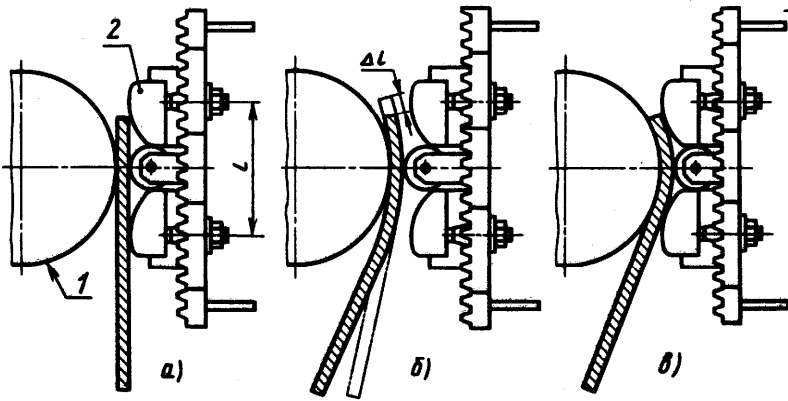


Рис. 5. Схема работы вертикальной листовгибочной машины

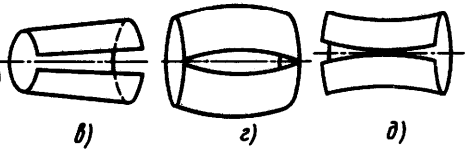


Рис. 4. Дефекты гибки обечаяйки

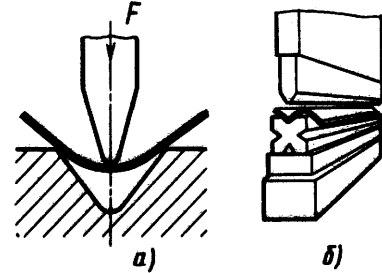


Рис. 6. Технологический процесс штамповки полуобечаяек

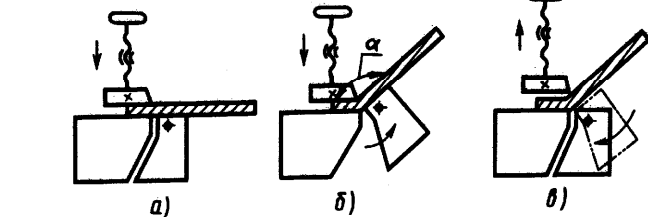
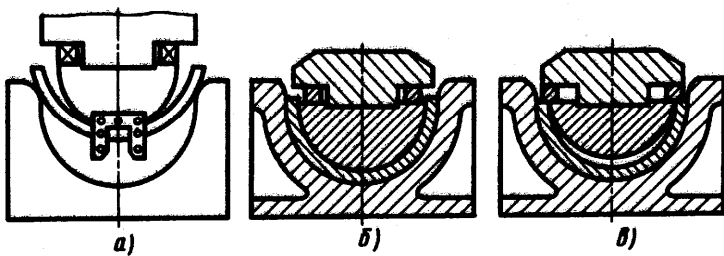


Рис. 7. Схемы работы на кромкогибочном станке

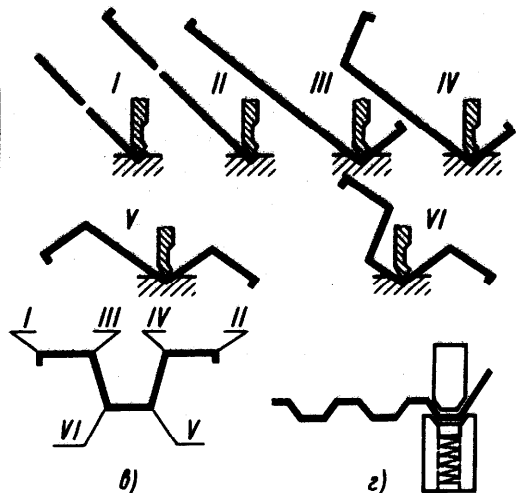


Рис. 8. Схемы гибки на листовгибочных прессах (а, б) и примеры изготовления гнутого профиля (в) и панели (г): I...VI — номера операций гибки

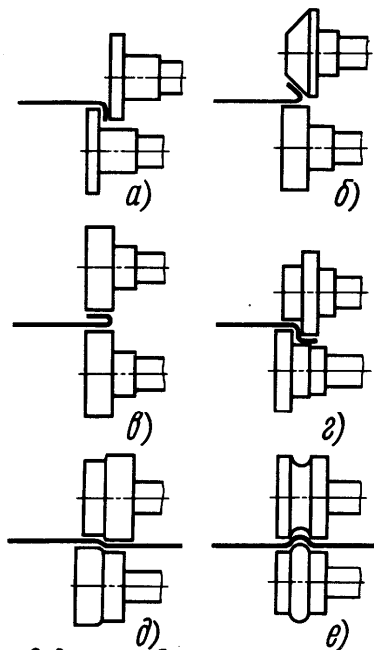


Рис. 9. Схемы гибки на зигмашинах: а...г — гибка кромок; д, е — рельефная формовка

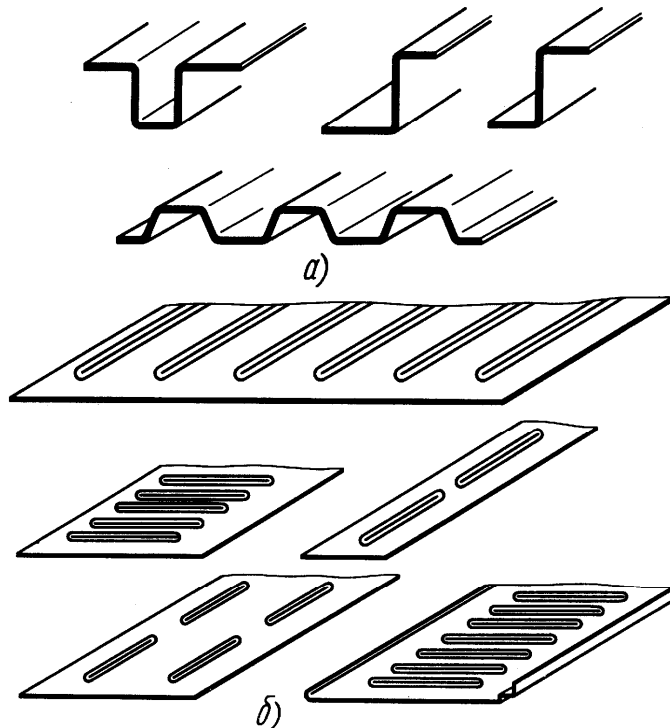


Рис. 10. Гнутые профили

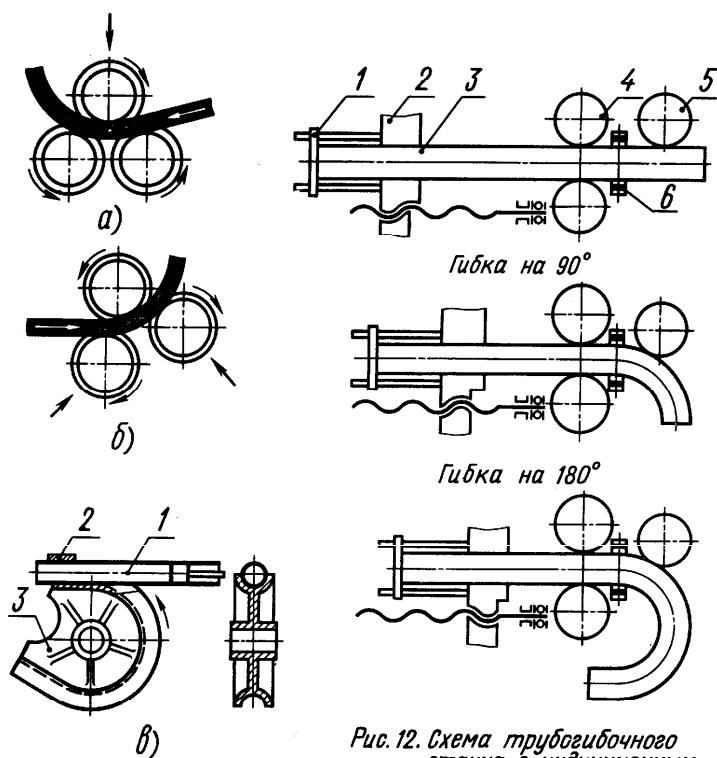


Рис. 11. Схемы гибки в роликовых гибочных машинах

Рис. 12. Схема трубогибочного станка с индукционным нагревом

Положение сечения	Ролики	
	направляющие	гнувшие
[
]		
L		
I		
T		
o		
L		
L		
⊥		

Рис. 13. Форма роликов для гибки различного профиля

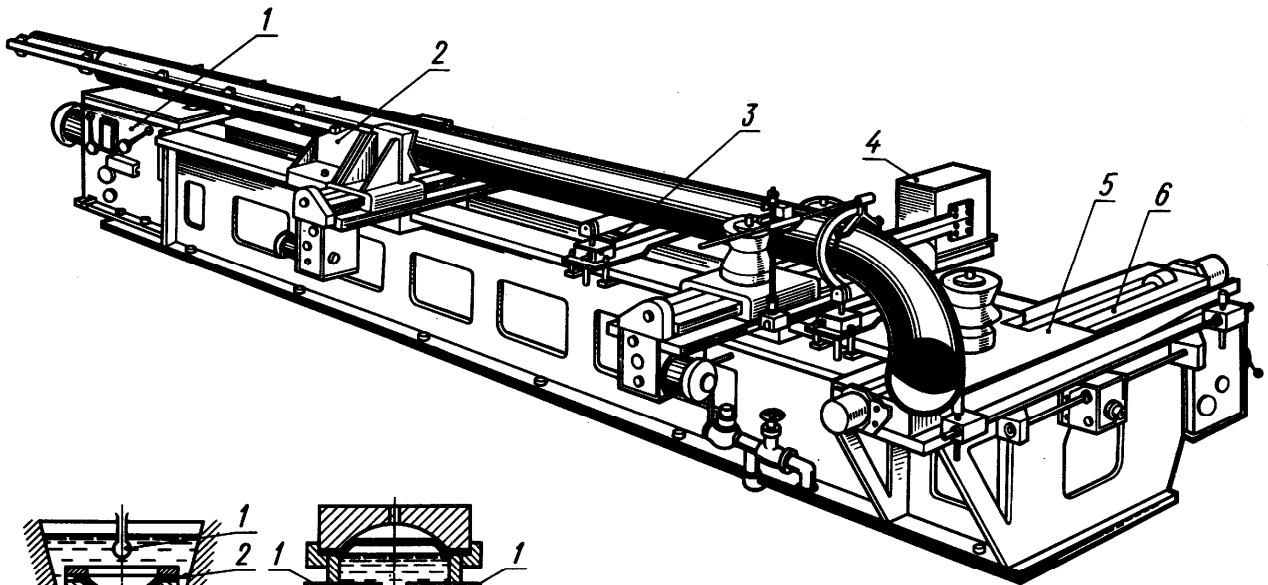


Рис. 14. Трубогибочный станок модели 625 с индукционным нагревом

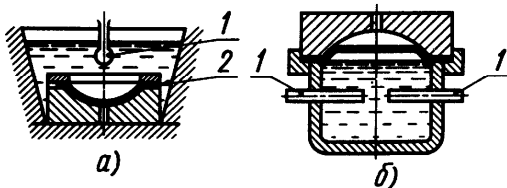


Рис. 15. Схемы формообразования: а-взрывом; б-электрогидравлическая

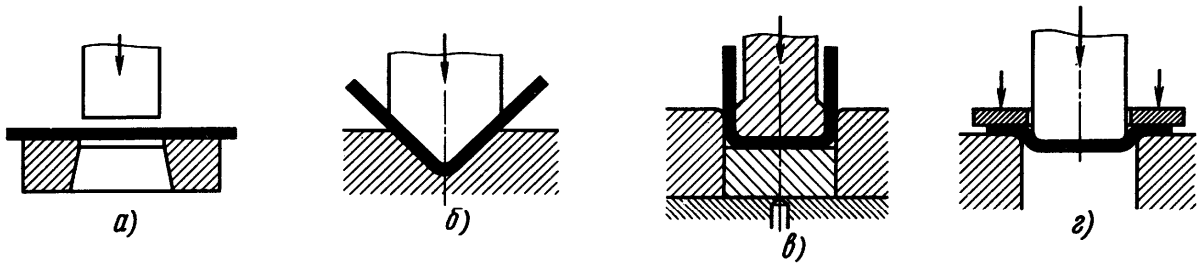


Рис. 16. Схемы холодной штамповки

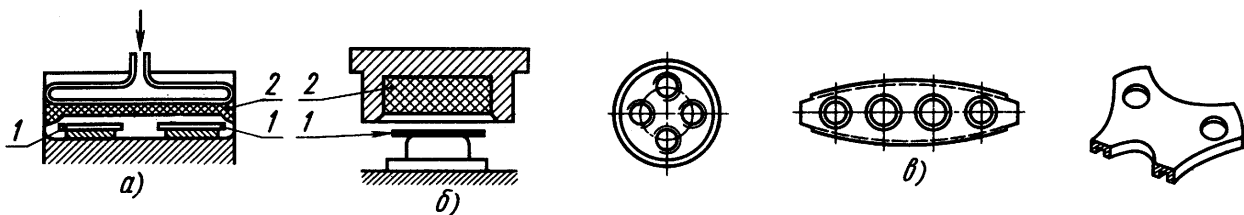


Рис. 17. Схемы формообразования эластичным пуансоном на гидравлическом диафрагменном (а) и плунжерном (б) прессах

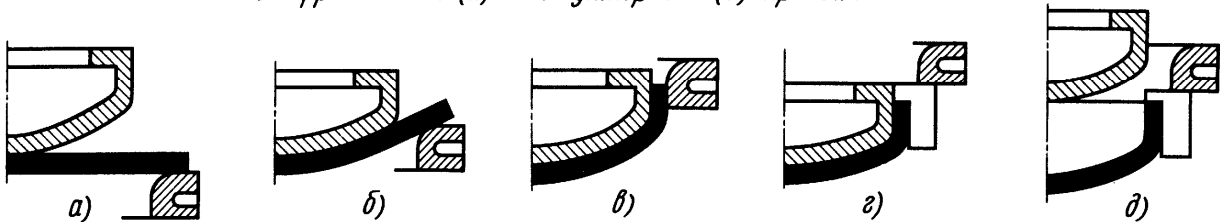


Рис. 18. Схемы процесса штамповки днища

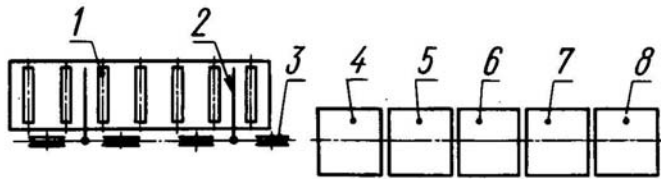


Рис. 19. Схема поточной линии подготовки поверхности листов

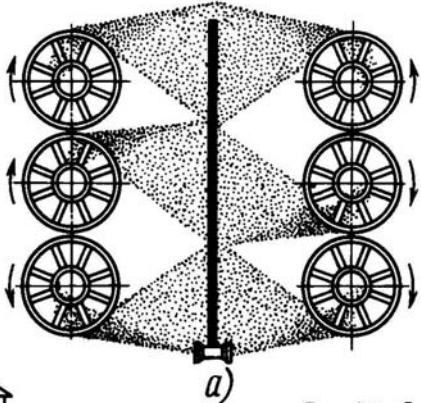


Рис. 20. Дробеметная установка

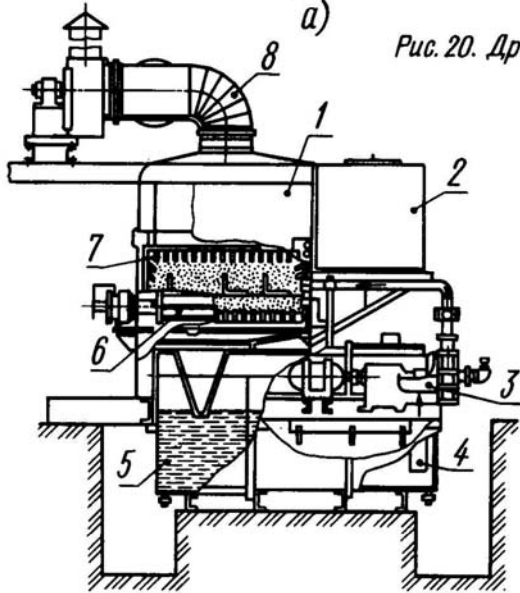


Рис. 21. Камера пассивирования-фосфатирования

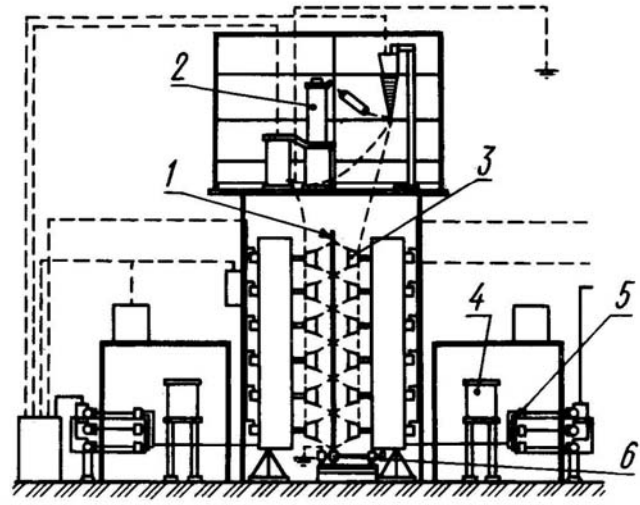
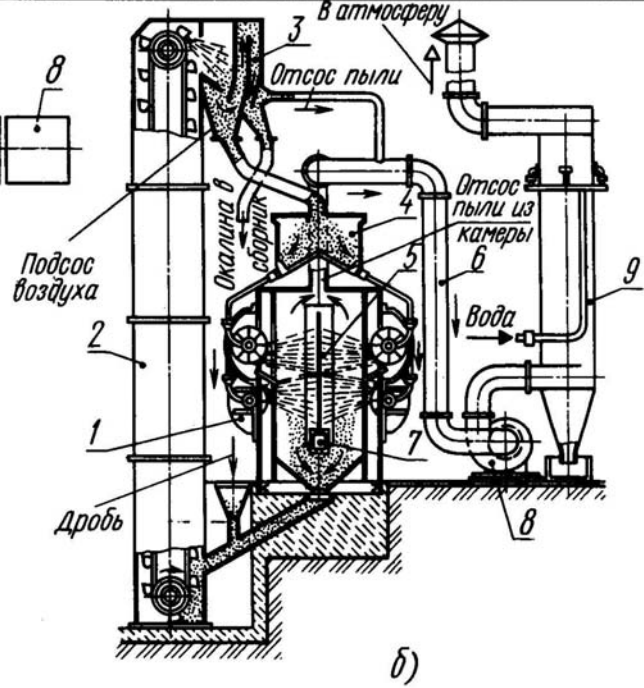


Рис. 22. Камера окраски (грунтовки) стального листа в электростатическом поле

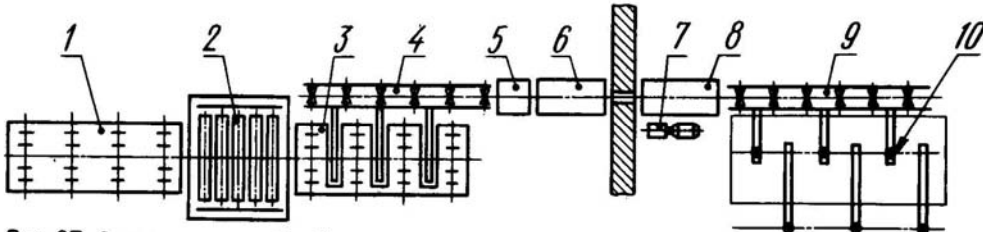


Рис. 23. Схема непрерывной поточной линии химической очистки струйным методом

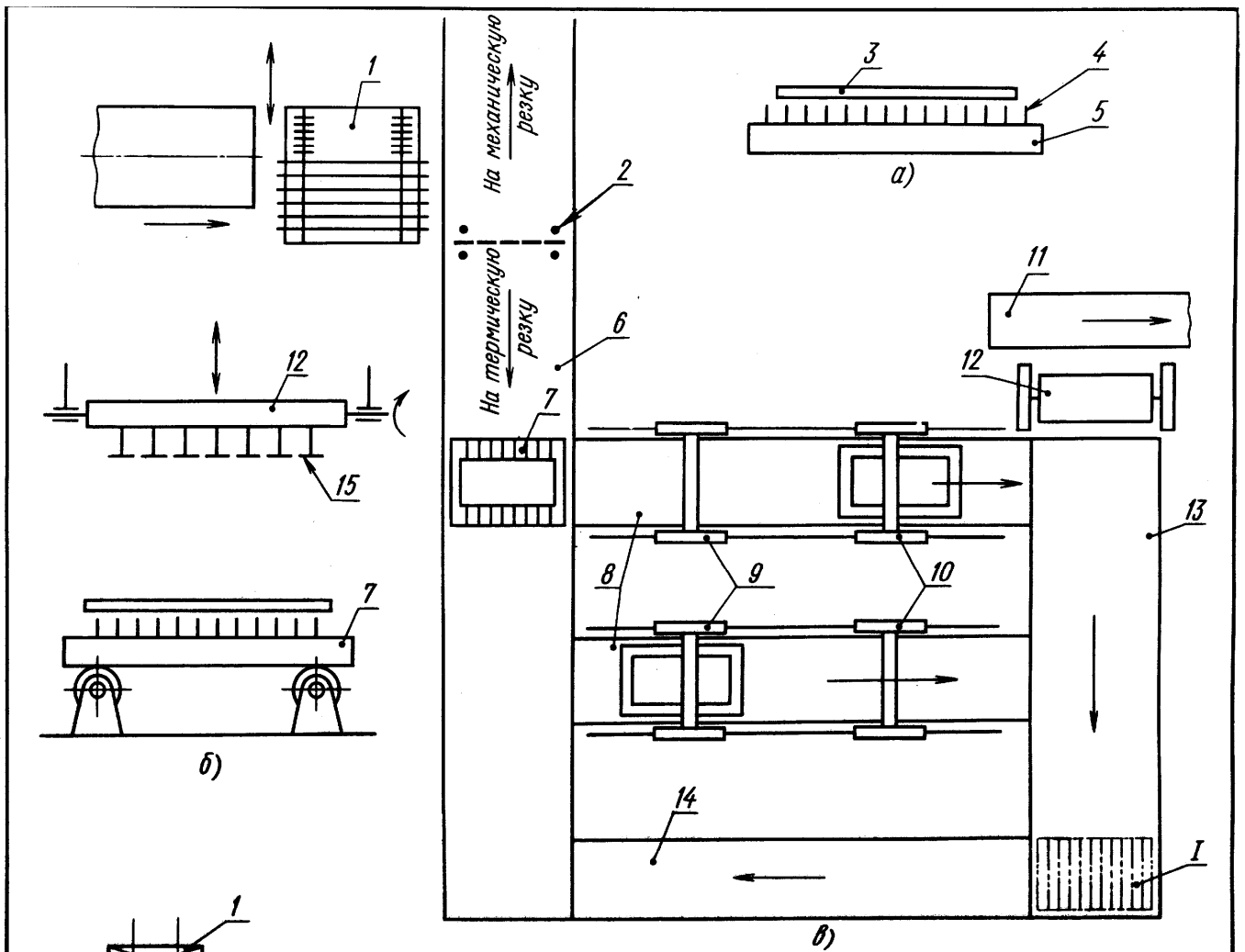


Рис. 24. Участок разметки-маркировки и термической резки листов

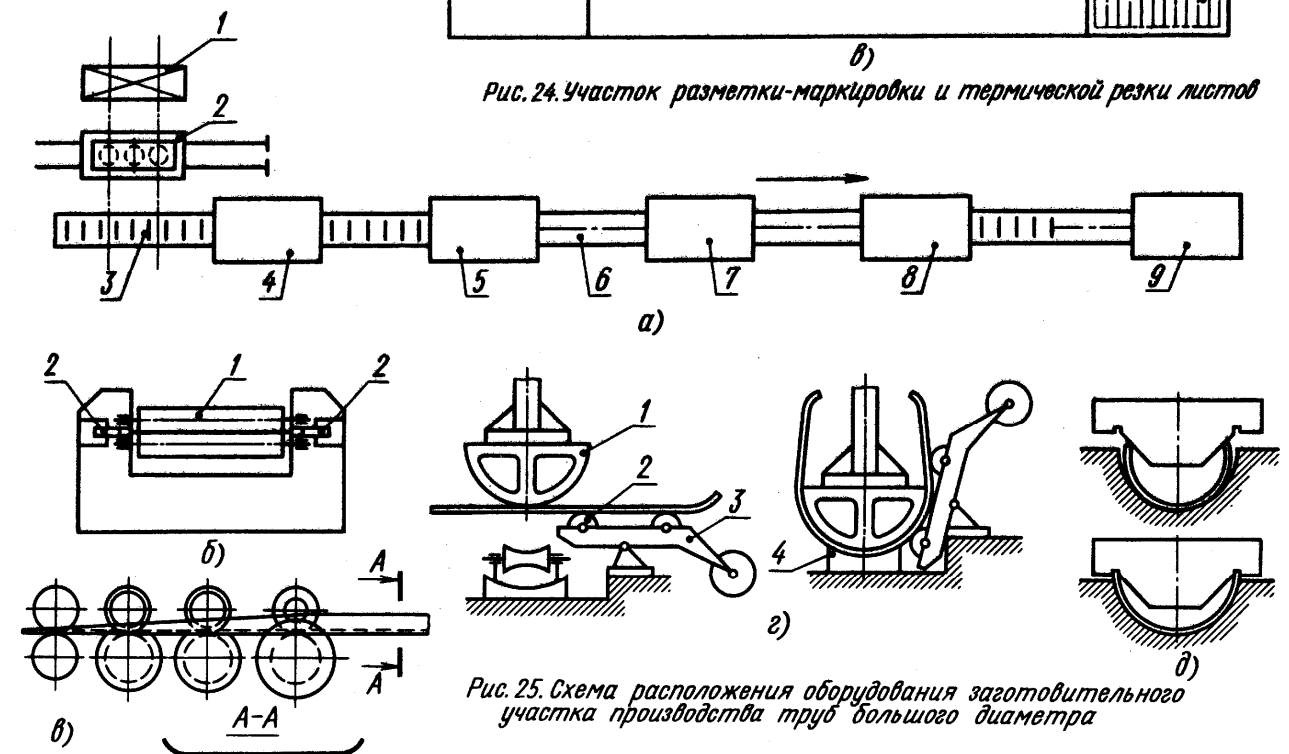


Рис. 25. Схема расположения оборудования заготовительного участка производства труб большого диаметра

3. СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ (ЛИСТЫ 23... 90)

ПОЯСНЕНИЯ К ЛИСТАМ 23... 90

СВАРОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ И ЭЛЕМЕНТЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Газовая сварка находит применение при монтаже санитарно-технических трубопроводов и ремонте.

Дуговая сварка покрытым электродом (лист 23) находит широкое применение. Этим способом (рис. 1) наплавляют около 50 % массы металла, наплавляемого всеми способами сварки. Применяемые соединения показаны на рис. 2: *а* — стыковое, *б* — тавровое, *в* — угловое, *г* — нахлесточное. Сварку коротких швов (до 300 мм) производят на проход (рис. 3, *а*), швов средней длины (300 ... 1000 мм) — от середины к краям (рис. 3, *б*) или обратноступенчатым способом, (рис. 3, *в*), длинных швов (более 1000 мм) — от середины к краям обратноступенчатым способом (рис. 3, *г*). При многослойной сварке длинными участками элементов большой толщины с разделкой кромок каждый предыдущий слой до наложения последующего успевает значительно охладиться. Для уменьшения сварочных деформаций или с целью получения более благоприятного термического цикла (например, при сварке низколегированных сталей) применяют многослойную сварку короткими участками. В этом случае каждый последующий шов накладывается на не успевший еще остыть предыдущий слой, и заполнение пространства разделки выполняется "блоками" (рис. 4, *а*), каскадным методом (рис. 4, *б*) или "горкой" (рис. 4, *в*).

Механизация и увеличение производительности сварки покрытыми электродами в нижнем положении достигаются применением сварки лежачими (рис. 5) и наклонными (рис. 6, *а*, *б* и 7) электродами. В этом случае используют электроды больших диаметров и длины, и сварщик может обслуживать от трех до шести одновременно работающих установок. Электродами можно выполнять и точечную дуговую сварку (рис. 8). Существенное увеличение глубины проплавления и соединение прославлением нескольких элементов без пробивки отверстий могут быть обеспечены при применении покрытого электрода 2 (рис. 9), опирающегося на свариваемые элементы 1 и нагруженного грузом 3, расположенным на штанге 4. При включении тока дуга проплавляет верхний элемент и углубляется в металл (см. рис. 8). По достижении необходимой глубины проплавления регулируемое кольцо 5 (рис. 9) упирается в кронштейн 6, и дуга удлиняется вплоть до ее естественного обрыва. Толщина верхнего проплавленного элемента может достигать 30 мм.

Дуговая сварка под флюсом (листы 24 ... 26). Автоматическая дуговая сварка под флюсом (лист 24, рис. 1, *а* ... *г*) применяется для выполнения стыковых тавровых, угловых и нахлесточных соединений деталей из углеродистых, низколегированных и высоколегированных сталей, имеющих прямолинейные швы значительной протяженности (более 100 мм) или кольцевые швы при диаметре детали более 90 мм. Для выполнения коротких или криволинейных швов используют полуавтоматы. Основной областью применения сварки под флюсом следует считать выполнение соединений элементов средних толщин (4 ... 40 мм).

В ряде случаев целесообразно использование многодуговой сварки (рис. 2, *д*, *б*). Так, например, сварка расщепленным электродом с расположением электродов поперек шва (рис. 2, *б*) позволяет понизить требования к точности сборки и производить сварку при переменной величине зазора (до 3 мм). Многодуговую сварку в общем плавильном пространстве (рис. 1, *б*, *в*) применяют, когда требуются большие скорости сварки (80 ... 150 м/ч) стыковых и угловых швов большой длины (сварные трубы, балки, колонны, некоторые плоские конструкции). Двухдуговую сварку с отдельными сварочными ваннами (рис. 1, *г*) применяют при изготовлении конструкций из сталей, склонных к закалке.

Сварка по слою флюса применяется для конструкций из сплавов алюминия средней толщины. Требуемая высота слоя флюса обеспечивается дозатором (рис. 3).

По сравнению с дуговой сваркой покрытыми электродами сварка под флюсом требует более тщательной сборки. Зазор и взаимное расположение листов при сварке стыковых швов без разделки кромок фиксируются прихватками и технологическими планками, на которых начинают и заканчивают сварку шва. Выводные планки (рис. 4, *а*, *б*) должны прикрепляться к торцам свариваемых листов ручной или механизированной дуговой сваркой. При сборке стыковых соединений с разделкой кромок (рис. 4, *б*) прихватки по длине стыка ставить не рекомендуется, выводные планки скрепляются с листами и между собой прихватками.

Наиболее рационально выполнять стыковые швы с полным проплавлением с одной стороны. Если при сварке изделий нет доступа к обратной стороне шва для размещения устройств, удерживающих жидкий металл сварочной ванны, например при сварке замыкающих швов сосудов, производят сварку на остающейся подкладке (рис. 5, *а*) или применяют соединение в замок (рис. 5, *б*). Изредка, когда применять подкладные устройства затруднительно, используют автоматическую сварку по подварке ручной или механизированной дуговой сваркой (рис. 5, *в*).

Более целесообразно выполнять однопроходные односторонние стыковые соединения с формированием обратной стороны шва флюсовой подушкой, медными подкладками, флюсомедными подкладками и другими устройствами.

При сварке на флюсовой подушке (рис. 6, *а*) формирование швов в значительной степени определяется величиной давления флюса и равномерностью его поджатия по длине шва (рис. 6, *б* ... *г*). Поджатие флюса обеспечивается различными устройствами. Для сварки продольных швов флюсовая подушка подводится к месту расположения шва тележкой 1 (лист 25, рис. 7), предварительно прижимается снизу к свариваемому стыку винтовым домкратом 2, а более плотный поджим флюса (до требуе-

мого давления) создается подачей сжатого воздуха в шланги. Сварка прямолинейных швов движущихся изделий 1 (рис. 8, а) может осуществляться на флюсоремной подушке. Флюс 2 подается винтовым конвейером 5 и прижимается движущимся ремнем 3 с помощью пружинного устройства 4. На рис. 8, б приведена схема флюсоремной подушки для сварки кольцевых швов.

Более надежное и качественное формирование шва при односторонней сварке достигается на медных и особенно на флюсомедных подкладках (рис. 9 ... 11). Наличие канавки в медной подкладке и зазора в стыке обеспечивает доступ флюса к обратной поверхности шва при сварке и хорошее формирование шва. Медные водо-охлаждаемые подкладки сложной формы (рис. 11, а ... в) позволяют сваривать листы одинаковой (рис. 11, в) и различной (рис. 11, б, в) толщины. Сварка осуществляется как на неподвижных (рис. 11, а), так и на скользящих (рис. 10, б; 12) относительно свариваемых кромок подкладках.

Одностороннюю сварку листовых полотнищ с формированием обратной стороны шва скользящей медной подкладкой, перемещающейся в процессе сварки, успешно осуществляют сварочным трактором (лист 26, рис. 12, 13). Реборды колес 3 (рис. 13) трактора входят в зазор между листами. Прижатие бегунков 4 подвески, несущей формирующий медный ползун 1, охлаждаемый водой, достигается поворотом эксцентрика с помощью пружины 2 и тонкой тяги 5, проходящей через зазор.

Приемы выполнения угловых швов под флюсом показаны на рис. 14, а ... ж. Основным способом является однопроходная сварка в симметричную "лодочку" на весу. Если ширина зазора превышает 1 ... 1,5 мм, то, как и при сварке стыковых швов, необходимо принимать меры против протекания жидкого металла. Сварку угловых швов следует начинать и заканчивать на выводных планках (рис. 15).

Для многослойной сварки стыковых соединений элементов большой толщины (30 ... 350 мм) применяют разделку кромок различной формы (рис. 16). Щелевая разделка (рис. 16, б, ... д) имеет значительно меньшее сечение шва, чем обычные разделки (рис. 16, д), что приводит к меньшим сварочным деформациям. Щелевая разделка успешно применяется в соединениях углеродистых, низколегированных и коррозионно-стойких сталей, а также алюминиевых и титановых сплавов.

Первый слой при сварке может быть выполнен на медной подкладке (рис. 16, б), остающейся или съемной подкладке (рис. 16, в), на притуплении разделки (рис. 16, г) или на притуплении, образованном предварительно наплавленными валиками (рис. 16, д). Притупление в середине стыка при двусторонней разделке кромок также может быть образовано предварительной наплавкой валиков. Электродная проволока 1 (рис. 17, а) подается сварочной головкой 4 в узкую разделку по контактной токоподводящей трубочке 2 или по изолирующей жаростойкой направляющей 3 (рис. 17, б), которая необходима при увеличенном вылете электрода. Для раскладки валиков при сварке в два или три слоя по ширине разделки используют изогнутый токоподводящий мундштук 1 (рис. 17, в), который поворачивается при наплавке соседнего шва в слое.

Дуговая сварка в защитном газе (листы 27 ... 29). Сварка в углекислом газе, в инертных газах или в смесях газов (лист 27, рис. 1, а, б) широко применяется для соединения деталей из малоуглеродистых, низколегированных и коррозионно-стойких сталей.

Автоматическую аргонодуговую сварку вольфрамовым электродом используют для сварки стыковых соединений элементов толщиной 0,8 ... 3,0 мм с прямолинейными и кольцевыми швами из легированных, коррозионно-стойких и жаропрочных сталей и сплавов, а также из титана и его сплавов; при этом требуется весьма тщательная подгонка свариваемых кромок. Автоматическую аргонодуговую сварку вольфрамовым электродом с присадкой применяют для стыковых, тавровых и угловых соединений деталей толщиной 1 мм и более из титана и его сплавов и деталей толщиной 0,8 мм и более из коррозионно-стойких, жаропрочных, легированных сталей и сплавов. Сварку элементов больших толщин (до 40 мм и более) можно выполнять, используя узкую щелевую разделку кромок. Сварка неплавящимся вольфрамовым электродом в щель шириной 7 ... 9 мм может выполняться электродом с изогнутым на 20 ... 25° концом длиной 8 ... 12 мм.

Для обеспечения высокого качества стыковых соединений элементов малой толщины большое значение имеют конструкция подкладок и плотность прижатия к ним кромок листов. Материал подкладок, а также форма и размеры канавок могут быть различными в зависимости от материала изделия, толщины свариваемых элементов и расположения шва. Так, например, при сварке тонколистовых элементов из жаропрочных и коррозионно-стойких сталей используют медные подкладки с прямоугольными канавками, размеры которых приведены на рис. 2. Для обеспечения более полной защиты в канавку подкладки часто вводится струя защитного газа (рис. 3 и 8). Простейшее устройство для прижатия кромок к подкладке показано на рис. 4. Однако оно не обеспечивает достаточной равномерности давления по длине, и для сварки тонких листов прижимы рекомендуется осуществлять в виде отдельных сегментов длиной 100 ... 150 мм. Сегменты крепятся к балке шарнира, зазор между ними должен быть не более 0,5 мм. Равномерности прижатия можно достигнуть постановкой между прижимной балкой 2 (рис. 6) и сегментами 1 пружин 3 или резиновых прокладок (рис. 5) с регулировочными винтами, однако чаще всего Прижатие каждого сегмента осуществляют пневматическим или гидравлическим устройством. С целью максимального приближения к стыку прижимных пластин последние должны быть скошены вблизи шва с некоторым притуплением (рис. 7) и иметь ширину плоскости поджима не более 5 ... 7 мм. В этом случае сила поджима, приходящаяся на 1 см длины свариваемого листа, должна быть 750 ... 800 Н. Кроме того, желательно иметь боковое усилие, прижимающее стыкуемые кромки друг к другу. В настоящее время у нас и за рубежом создано много различных установок для односторонней сварки

тонколистовых элементов встык в защитной среде. Для обеспечения надежности качества соединения в таких установках стремятся автоматизировать операции возбуждения дуги, заварки кратера, контроля давления зажимов (при уменьшении давления на 50 % сварка прекращается), длины дуги и расхода газа.

На рис. 9 показано приспособление диафрагменного типа с клавишными прижимами. Приспособление состоит из жесткого каркаса, на верхнем основании которого закреплен ложемент *б* с подкладкой 2. Поджим свариваемых кромок осуществляется отдельно для каждого листа через набор прихватов 3, укрепленных на балках 4. Давление на прихваты передается пневмокамерами 1 и 5 и регулируется редуктором. Установка и зажатие листов производятся в такой последовательности: поворотом эксцентрикового валика 7 из подкладки выдвигаются фиксаторы 8, после чего до упора в них справа заводится листовая заготовка и зажимается подачей воздуха в камеру 5. Затем фиксаторы убираются; до упора в кромку правой заготовки устанавливается левая заготовка и зажимается подачей воздуха в камеру 1. Этим достигается легкая и точная установка заготовок по ручью подкладки и совмещение стыка свариваемых кромок с плоскостью перемещения электрода сварочной головки.

Автоматическую сварку кольцевых швов тонких обечаек обычно производят на распорных кольцах с подкладками. Типы распорных колец могут быть различными. На рис. 10 и 11 (лист 28) показаны распорные кольца пневмошлангового и рычажного типов. Подкладки на распорных кольцах должны быть быстросъемными и иметь канавки для формирования обратной стороны шва. Места разъема подкладок рекомендуется оформлять, как показано на рис. 10 и 11. Подкладное кольцо с разъемом другого типа показано на рис. 12. Иногда в канавку кольцевой подкладки подается защитный газ. Для прижатия кромок тонких обечаек можно применять стяжные кольца (ленты) (рис. 13).

Применение различных активных металлов требует защиты зоны шва не только в момент расплавления, но и в процессе нагрева и охлаждения. Улучшение защиты обратной стороны шва может осуществляться постановкой в подкладку уплотнения из резины (лист 29, рис. 14) или подклейкой лент из газонепроницаемого материала (рис. 15) с подачей в эти "карманы" защитного газа. Форма подкладок 1 (рис. 16, *а, б, в*) с каналами *а* для подачи защитного газа может быть различной в зависимости от типа соединения, причем иногда для увеличения скорости охлаждения. Прижатие свариваемых листов 2 осуществляется медными пластинами *Ж* и *Ж* с медными охлаждаемыми водой трубками 4. Для улучшения защиты шва с верхней стороны применяют специальное сопло с дополнительной камерой (рис. 17, 19). Сварочная горелка 1 (рис. 19), подвешенная на оси 2, с помощью пружины 3 прижимает своим мундштуком 5 с направляющим выступом 6 камеру 4 к изделию 7, поворачивающемуся со скоростью сварки. Наблюдение за дугой производится через защитное стекло 8.

Более совершенная защита сварного соединения обеспечивается применением герметичных камер с инертной атмосферой, создаваемой после откачки воздуха. Сварка производится или вручную через рукава 3 (рис. 18, *д*) и резиновые перчатки 4 (рис. 18, *б*), вмонтированные в стенки камеры 1, или с помощью автоматической головки, расположенной в камере. Наблюдение за процессом сварки ведется через смотровое окно 2. Сварку деталей больших размеров выполняют в обитаемых камерах с контролируемой атмосферой, в которых сварщики работают в скафандрах.

Дуговую точечную сварку в защитном газе с применением специальных насадок на сопло целесообразно использовать для прихватки и сварки нахлесточных (рис. 20, *а*), угловых тавровых (рис. 20, *б*) соединений деталей толщиной до 6 мм.

Электронно-лучевая сварка. Лазерная сварка (лист 30).

Электронно-лучевая сварка в вакууме применяется для сварки специальных сортов сталей, тугоплавких и химически активных металлов, например, тантала, циркония, молибдена и др. Целесообразно использование ее для некоторых марок титановых и алюминиевых сплавов, а также для соединения разнородных металлов. Вследствие значительной концентрации энергии в луче швы получаются с минимальной зоной расплавленного металла и большой глубиной проплавления (рис. 1). Электронным лучом можно сваривать изделия толщиной 100 мм и более за один проход. Сварка электронным лучом расширяет область использования сварных соединений с прорезными швами (рис. 2, *а, б, г*) и позволяет сваривать конструкции, в которых есть элементы, недоступные для сварки другими способами (рис. 2, *в*). На рис. 2, *в* показана конструкция, сваренная путем одновременного проплавления трех листов.

Установка для электронно-лучевой сварки (рис. 3, *б*) состоит из вакуумной камеры 7, в верхней части которой размещается электронная пушка 2. Пушка (рис. 3, *д*) состоит из катода 1, ускоряющего электрода-анода 2, фокусирующей магнитной линзы 3 и системы отклонения луча 4. Внутри камеры находится механизм перемещения изделия 4 (рис. 3, *б*). Наблюдение за процессом сварки ведется через смотровые окна 3 и 5, изготовленные из свинцового стекла.

В последние годы начали применять электронно-лучевую сварку при вакуумировании только зоны сварки. В этом случае в районе сварочной ванны по обе стороны стыка создается вакуум наружной 2 (рис. 4) и внутренней 3 камерами. При сварке электронно-лучевой пушкой 1 в локальном вакууме обеспечивается вакуумирование по всей длине сварного шва (рис. 4, *а, б*), а при сварке в мобильном вакууме камеры перемещаются по изделию (рис. 4, *в*).

Особенности лазерной сварки является возможность получения плотности энергии в месте сварки того же порядка, что и при использовании электронного луча, с образованием узкого и глубокого проплавления 1 (см. рис. 1) и с малой величиной остаточных деформаций. Сварку металлов можно вести на воздухе, в защитной атмосфере и в вакууме через прозрачные оболочки. Возможность точной дозировки энергии делает этот способ пригодным для сварки микросоединений. Широко применяется лазерная сварка в радиоэлектронике и электронной технике при сварке контактов проводников с планками на

микро платах, твердых схемах и микроэлементах. Лазерным лучом можно сваривать различные композиции металлов: золото — кремний, германий — золото, никель — тантал, медь — алюминий и др.

В машиностроении использование газовых лазеров непрерывного действия позволяет сваривать стали толщиной до 15 мм. При совершенствовании лазерных установок возможности лазерной сварки будут расти. На рис. 5 представлена схема лазерной установки непрерывного действия, предназначенной для сварки и термообработки. Луч, выходя из газового квантового генератора 1, отражается от зеркал 3 и поворотного зеркала 2 и попадает или на установку для сварки через фокусирующую систему 5, или, пройдя по луче проводу 4 и через систему фокусировки 6, используется для термообработки. Изделия для сварки и термообработки устанавливаются на рабочие столы 7.

Электрошлаковая сварка (листы 31 ... 34). Метод электрошлаковой сварки, разработанной в СССР сотрудниками Института электросварки им. Е.О. Патона, нашел широкое применение в нашей промышленности и за рубежом. Электрошлаковая сварка является наиболее экономичным способом сварки углеродистых, низколегированных и высоколегированных сталей толщиной свыше 40 мм. В условиях монтажа применение электрошлаковой сварки часто оказывается эффективным и при меньших толщинах свариваемых элементов. Использование этого способа позволяет отказаться от изготовления многих изделий в цельнолите и цельнокованом исполнении и перейти к более экономичным составным конструкциям с применением сварки (лист 31, рис. 1).

Из различных форм продольных сечений стыков (рис. 2, а ... з) наиболее удобны для сварки прямоугольные и кольцевые. Задача сварки сложных профилей всегда может быть упрощена при правильном конструировании, например с помощью местных приливов шириной 50 ... 60 мм на сторону (рис. 2, ж). В случае малой доступности одной из сторон шва можно использовать остающуюся подкладку (рис. 3). При этом следует иметь в виду, что при наличии стыков такой подкладки по длине они должны быть тщательно проварены. Не провар стыка остающейся подкладки может вызвать образование трещины. Для однотипных, часто повторяющихся в данном производстве изделий можно применять медные приставки или формы, охлаждаемые водой (рис. 4). Весьма успешно электрошлаковую сварку применяют при ремонте и для исправления дефектов литья, например при заварке отверстий (рис. 5).

Кольцевые швы по технике сварки отличаются от прямолинейных конструктивным оформлением устройств для формирования обратного валика и необходимостью замыкания конца шва с началом. Сварку кольцевого стыка начинают на вспомогательной пластинке, вваренной в зазор стыка (рис. 6, д). После заварки примерно полуокружности стыка участок с началом шва появляется на другой стороне кантователя (рис. 6, б), сварщик выплавляет воздушно-дуговой или кислородной резкой начало шва до полного устранения непроваров и придает торцу шва наклонный срез, облегчающий выполнение замыкания шва (замка) (рис. 6, в и лист 32, рис. 7). Усадочную раковину выводят или в специальный прилив в наружном формирующем ползуне, или в медный кокиль, или же выплавляют и заваривают вручную. Формирование обратной стороны шва можно осуществлять остающимся стальным кольцом, медным охлаждаемым кольцом, обратным ползуном. Применение стального кольца возможно в тех случаях, когда конструкция изделия не требует его удаления или когда изделие подвергается последующей механической обработке. Кромки кольцевого стыка, как и продольных стыков, скрепляют внутри и снаружи обечайки П-образными скобами или планками, приваренными к стенкам изделия. При сварке с медным охлаждающим кольцом 1 (рис. 8) оно заводится в отверстие скоб 2 и закрепляется клиньями 3, которые вбивают между скобами и кольцом. Устройство стыка формирующего кольца показано на рис. 9. Обратный ползун применяется в тех случаях, когда это допускает форма изделия. При сварке закрытых сосудов с малыми размерами лазовых отверстий и при расположении стыка на большом расстоянии от торца изделия установка такого ползуна затруднительна. Варианты крепления ползунов показаны на рис. 11 и 12.

При сварке прямолинейных швов начало и конец шва следует выводить за пределы рабочей части соединения путем постановки начальных и выводных планок (рис. 10).

При условии принятия специальных мер электрошлаковым способом можно сваривать элементы большой толщины из алюминия и его сплавов. Элементы из титана и его сплавов при толщине более 30 мм также целесообразно соединять электрошлаковой сваркой, применяя защиту аргоном поверхности шлаковой ванны (рис. 13).

В настоящее время существуют три основных приема электрошлаковой сварки: 1 — сварка проволокой с колебаниями или без колебаний (лист 33, рис. 14, а, б); 2 — сварка пластинчатыми электродами большого сечения (рис. 15); 3 — сварка плавящимся мундштуком (рис. 16... 18).

Положительной стороной первого приема является наименьшая потребляемая мощность и удобство наблюдения за варочной ванной, отрицательным — трудность сварки элементов больших толщин и сложных сечений и необходимость иметь свободный доступ, по крайней мере, с одной стороны шва. При втором приеме достоинством является возможность вводить электроды сверху и создавать надежное уплотнение стыка неподвижными формирующими устройствами, недостатком — наибольшая потребная мощность и трудность корректирования направления электродов. Третий прием является наиболее универсальным и позволяет производить сварку элементов практически неограниченной толщины и формы, а также в труднодоступных местах, однако наблюдение за варочной ванной затруднено. Толщину плавящегося мундштука можно принимать в пределах от 10 до 50 % от размера зазора, типы мундштуков показаны на рис. 18. При большом числе прямолинейных швов одинаковой толщины выгодно применять мундштуки, штампованные из листа (рис. 18, а). Мундштуки, показанные на рис. 18, б, более трудоемки, но организовать их производство проще. Они изготавливаются точечной сваркой из полос толщиной 4 ... 5 мм и листа толщиной 1 мм. Для сварки швов переменного сечения мундштуки такого типа или составляются из полос (рис. 18, д), или вырезаются из листа соответственно форме продольного сечения стыка (рис. 18, е). Наиболее точное направление электрода обеспечивает мундштук

(рис. 18, в), у которого канал для электродной проволоки образован спиралью. Иногда для направления проволоки используют трубки, прикрепленные к пластинам скобками с помощью точечной сварки (рис. 18, г и е). Изоляция плавящегося мундштука от изделия в зазоре осуществляется с помощью клиньев из стекловаты, пропитанной жидким стеклом и высушенной (рис. 17). Аппарат для сварки плавящимся мундштуком состоит из одного подающего механизма, который или устанавливается прямо на изделии и подает проволоку непосредственно в мундштук, или ставится в стороне и подает проволоку через гибкие шланги. Устройство подающего механизма с регулированием расстояния между электродами показано на рис. 19 (лист 34). Ведущий вал 1 имеет шпоночную канавку по всей длине. Подающие ролики 2 сидят на скользящих шпонках 3 и могут перемещаться вдоль оси валика. Втулки обоих прижимных роликов свободно сидят на оси 5, но фиксируются охватывающими их хомутами 6. Предварительное совмещение роликов выполняют шайбами 4, окончательное совмещение и фиксацию обоих роликов осуществляют через электрод.

В ИЭС им. Е. О. Патона создан универсальный аппарат А-535, который можно настраивать на выполнение следующих швов и соединений: стыковых соединений толщиной до 500 мм (рис. 20, а); угловых и тавровых соединений (рис. 20, б); наклонных и кольцевых швов (рис. 20, в, г, д); стыковых швов большого сечения с использованием пластинчатых электродов (рис. 20, е); швов сложной конфигурации плавящимся мундштуком (рис. 20, ж) и с использованием неплавящегося электрода (рис. 20, з). Для сварки в труднодоступных местах и в условиях монтажа следует использовать малогабаритные магнитошагающие аппараты. Схема работы магнитошагающего механизма представлена на рис. 21, на котором последовательно показаны положения магнитных башмаков, связанных эксцентриковым валом с эксцентриситетом е. При применении одновременно двух агрегатов можно осуществлять сварку угловых соединений с толщиной шва до 150 мм.

Конструирование, сборку и сварку изделий с применением электрошлаковой сварки следует производить с учетом ее особенностей. Пример учета таких особенностей показан на рис. 22.

Если при выполнении электрошлакового шва имела место остановка процесса (рис. 23), то место усадочной раковины удаляется, сварочная ванна наводится снова, а после окончания сварки место начала ее наведения выплавляется и подваривается вручную.

Контактная сварка (листы 35, 36). Контактной сваркой сваривают малоуглеродистые и специальные стали, цветные металлы и их сплавы толщиной от нескольких микрон до 30 мм при точечной сварке. Этот способ сварки характеризуют высокий уровень механизации и автоматизации, высокая производительность и культура производства.

Точечной и шовной контактной сваркой можно соединить детали и узлы весьма сложной формы и разнообразных габаритов. Наиболее технологичны узлы открытого типа (лист 35, рис. 1), сваренные прямыми электродами (рис. 5, а). Достаточно технологичны и узлы полукрытого типа (рис. 2), доступные для точечной сварки наклонно поставленными или изогнутыми электродами (рис. 5, б, в). Изготовление узлов закрытого типа не встречает затруднений, если размеры a , b , d , l (рис. 3) не меньше некоторого минимального значения. Сварку деталей с малым поперечным сечением производят на оправке (рис. 5, г) при условии свободного доступа к детали с двух сторон. Приварка к листу штифта (рис. 5, г), Т-образная сварка листа с длинным стержнем (рис. 5, д, е), сварка стержней между собой (рис. 5, ж) к приварка стержня к листу (рис. 5, з) могут осуществляться на обычном оборудовании с применением стандартных или специализированных электродов и зажимных приспособлений, закрепленных на электрододержателе.

Рельефная сварка применяется, в основном, для сварки деталей из малоуглеродистой стали одновременно в нескольких точках или тогда, когда использование обычной точечной сварки затруднительно. Рельефные выступы выполняются штамповкой, сварка производится на специальных сварочных прессах. Алюминиевые и медные сплавы этому способу сварки поддаются труднее. На рис. 4 показаны различные случаи применения рельефной сварки: при соединении листа со стержнем (рис. 4, а ... в) и с трубой (рис. 4, г); при приварке небольших деталей к деталям из листового материала (рис. 4, д... к); при сварке уголков (рис. 4, и); при сварке тонких листов с толстыми, когда в более толстом листе выступы выполняются с помощью кернера (рис. 4, л); при сварке листов с применением продолговатых выступов (рис. 4, л, м); при сварке угловых соединений с продольными выступами (рис. 4, к) или с выступами на торцевой поверхности, выполненными с помощью кернера (рис. 4, о). В ряде случаев использование высокопроизводительной контактной точечной сварки затрудняется отсутствием дефицитного холоднокатаного листа, в то время как горячекатаный металл требует трудоемкой очистки от окалины. Применение рельефно-точечной сварки, выполняемой на точечных машинах в местах, где заранее выштампованы рельефы (рис. б), позволяет успешно сваривать не очищенный от окалины горячекатаный металл, так как образование рельефа сопровождается значительной местной деформацией, в результате которой слой окалины разрушается.

Шовная контактная сварка широко применяется при изготовлении труб, баков, цилиндрических сосудов и тд. (лист 36, рис. 7). На рис. 8 показаны приемы шовной сварки. Соединение внахлестку может свариваться двумя роликами (рис. 8, а, б, е) или роликом (рис. 8, в). Приемы приварки доньшек к цилиндру показаны на рис. 8, г ... з; приварка фланца 1 к листу 2 — на рис. 8, и. В тех случаях, когда в месте сварки требуется получить толщину металла, не превышающую толщины свариваемого листа, или когда одна из сторон свариваемой детали должна быть ровной, применяют приемы, показанные на рис. 8, к... н.

При сварке малоуглеродистой стали повышенных толщин для получения плотных соединений иногда свариваемые листы 1 и 2 (рис. 8, н) предварительно привариваются точечной сваркой к листу 3, в листах 1 и 2 делают скосы и в образовавшуюся канавку закладывается проволока (рис. 8, н). На рис. 8, р приведены некоторые типы специальных соединений, а на рис. 8, с показана приварка доньшка к сосуду прямоугольной формы. При стыковой сварке стальных листов 1 (рис. 9) целесообразно использо-

вать ленты 3 толщиной 0,1 ... 0,2 мм. Ленты подаются под сварочные ролики 2 из бухт, закрепленных на машине.

Шовная сварка нахлесточных соединений из малоуглеродистой стали толщиной 1,5 ... 2,0 мм осуществляется обычно со скоростью 0,5 ... 1,5 м/мин. Использование приема сварки по рельефному выступу (рис. 10) позволяет увеличить скорость сварки примерно до 20 м/мин.

Технологичность конструкции, выполняемой точечной или шовной сваркой, зависит от расположения сварных соединений. На рис. 11 показан вариант расположения ребер жесткости в полузакрытом сосуде: соединение открыто и удобно для наблюдения во время сварки.

На рис. 12 показаны схемы заготовок сигарообразной обечайки, изготовленной из продольных листовых элементов и ребер жесткости. Обечайка может быть сварена из криволинейных листовых секций (рис. 12, а) и ребер жесткости в виде z-образных профилей. В этом случае листовые секции стыкуются на полках профилей, к которым присоединяются двумя роликовыми швами. Обечайка может быть также выполнена из прямых профилированных секций, чередующихся с криволинейными секциями (рис. 12, б, в). При этом число швов в 2 раза меньше, но требуется изготовление профилированных секций. Подобным же образом может быть выполнено из профилированных секций крыло самолета (рис. 13).

Применение контактной стыковой сварки весьма разнообразно. Она используется как при сварке проводов очень малых сечений, так и при сварке тяжелых рельсов, магистральных трубопроводов (см. листы 175, 176) и листов толщиной до 12 мм при длине стыка до 12 м.

С развитием автоматизации и комплексной механизации особое значение использование стыковой сварки приобретает для обеспечения непрерывных процессов производства, которые без применения сварки осуществлены быть не могут. Так, например, при производстве холоднокатаных листов шириной до 2500 мм и толщиной до 8 мм в непрерывных линиях травления, отжига, лужения, цинкования, а также при холодной прокатке применяется стыковая сварка.

Контактная высокочастотная сварка может осуществляться при подводе тока к свариваемым деталям посредством контактов или с помощью индукторов. Эти виды сварки широко применяются при сварке труб (см. лист 166) и других изделий.

Ультразвуковая сварка. Холодная сварка (лист 37).

Ультразвуковая сварка применяется для сварки металлов и пластмасс (поливинилхлорида, полиэтилена, полипропилена, полистирола, полиметилметакрилата и др.). Наиболее легко соединяются пластичные металлы (серебро, медь, алюминий, золото и т. л.) как между собой, так и в сочетании с твердыми малопластичными материалами. Металлы можно приваривать к стеклу, керамике, полупроводниковым материалам (к кремнию, германию). Не вызывает трудностей сварка металлов, покрытых оксидами, лаками, полимерами.

Для сварки применяются колебательные системы различных типов (рис. 1, а ... г). Принципиальная схема машины для ультразвуковой сварки изображена на рис. 3. Типичные соединения, выполняемые ультразвуковой сваркой, показаны на рис. 2.

Основным типом соединения является нахлесточное. Сварка может выполняться точечным и непрерывными швами. Толщина свариваемых элементов от 3 мкм до 1,0 мм. При сварке разнотолщинных деталей толщина второй детали не ограничивается. Колебательная система состоит из электромагнитического преобразователя 2 с обмотками, заключенного в металлический корпус 7, охлаждаемый водой; трансформатора 3 упругих колебаний, сваривающего ролика 4 и прижимного ролика 5. Сварка изделия 6 происходит при вращении колебательной системы от специального привода 8. При подводе тока от ультразвукового генератора через устройство 1 возникает периодическое изменение размеров преобразователя 2.

Холодная сварка основана на использовании совместных пластических деформаций свариваемых деталей. Этим способом свариваются металлы: алюминий, медь, никель, свинец, цинк, серебро, титан, а также разнородные металлы, такие, как медь — алюминий, что имеет большое значение в электротехнической промышленности. Точечная сварка осуществляется вдавливанием пуансонов 2 (рис. 4, д) в детали 1. При стыковой сварке (рис. 4, б) зажимы имеют выступы, ограничивающие деформацию. Шовная сварка (рис. 5) с односторонним или двусторонним деформированием позволяет получить шов неограниченной длины. В этом случае деформирование осуществляется вдавливанием в детали рабочих выступов вращающихся роликов (рис. 7, а ... г). Герметичный шов по замкнутому контуру также можно получить, как показано на рис. 6. В этом случае отбортовка алюминиевого корпуса 5 и крышка 3 свариваются в результате приложения осевого усилия к пуансонам 7 и 4 с рабочими выступами по всему контуру, центрируемым обоймой 2. Наиболее характерными примерами применения холодной сварки являются следующие: точечная сварка листового алюминия толщиной от 0,1 до 10 мм; стыковая сварка проводов, стержней и полос из алюминия, а также меди с алюминием сечением до 650 мм²; армирование алюминиевых обмоток и шин тонкими медными накладками; шовная сварка алюминия для приварки крышек к алюминиевым корпусам.

Сварка трением и диффузионная сварка (лист 38).

Сварка трением осуществляется при нагреве материалов, вызванном относительным перемещением прижатых друг к другу соединяемых поверхностей. Сварку можно получить различными способами: с помощью вращения третьего тела (рис. 1, а, б), одновременным вращением двух деталей, привариваемых к третьей детали (рис. 1, в), вибрацией одной детали (рис. 1, г). Сваркой трением свариваются малоуглеродистые, углеродистые, инструментальные высоколегированные стали различных классов, алюминиевые, медные, титановые сплавы, цирконий, как в однородном, так и в разнородном сочетании, термопласты. Можно сваривать трудно свариваемые разнородные сочетания: алюминий и его сплавы со сталью, медь и ее сплавы со сталью, медь с алюминием и др. Экономически целесообразно применять

сварку трением для соединения деталей, имеющих сечение в стыке от 20 до 8000 мм². Наиболее часто соединяются стержни диаметром от 8 до 80 мм и трубы диаметром от 20 до 120 мм.

Сварка трением по сравнению с контактной стыковой сваркой имеет следующие преимущества: меньшие затраты электроэнергии в 5 ... 10 раз (удельная затрачиваемая энергия составляет 15 ... 20 Вт/мм² против 120 ... 150 Вт/мм² для контактной сварки) и улучшение условий труда. Производительность — 60 ... 450 сварок в час.

Наиболее приемлемые сварные соединения представлены на рис. 2. Если к деталям предъявляют требования повышенной прочности, нужно конструировать соединения, обеспечивающие равные условия для пластической деформации обеих деталей и теплоотвода от зоны сварки. При сварке деталей из однородных материалов этого достигают созданием равновеликих сечений в стыке (рис. 3, а ... в). Для соединения металлов со значительно отличающимися теплофизическими свойствами можно использовать один из следующих вариантов: 1) выполнить диаметр детали из более пластичного металла на 15 ... 20% большим; 2) применить специальную оправку 1 (рис. 4); 3) обработать торцы деталей в виде конусов, причем на детали из более жаропрочного металла конус должен быть вогнутым; 4) применить промежуточную прослойку из металла, температура плавления которого является

средней по отношению к температурам плавления свариваемых металлов. Для уменьшения потребляемой мощности и нагрузки на захватные устройства целесообразно делать конусную или сферическую подготовку конца одной детали (рис. 3, г). В этом случае осуществляется постепенное увеличение площади соприкосновения деталей при сварке. Примеры сварки различных деталей даны на листах 219, 220.

Диффузионная сварка в вакууме осуществляется в твердой фазе при повышенных температурах и сжимающих напряжениях, достаточных для пластической деформации микровыступов с целью обеспечения физического контакта по всей соединяемой поверхности деталей без значительной их макропластической деформации. Сдавливание и нагрев деталей в вакууме производят различными способами. На рис. 5 изображена сварка деталей 5 под давлением поршня 3 гидроцилиндра 2. Детали закреплены на столе 6 вакуумной камеры 1 и нагреты индуктором 4.

Диффузионной сваркой можно соединять детали из:

однородных и разнородных металлов (рис. 6, а, б, в), металла и керамики (рис. 7, а ... е), полупроводниковых материалов и металлов (рис. 8), стекла и металлов (рис. 9, а ... г) и др. Тип сварного соединения может быть различным, в том числе плоскоцилиндрическим (рис. 6, я), цилиндрическо-криволинейным (рис. 6, б), плоскокриволинейным (рис. 6, в). Можно соединять детали, имеющие замкнутые внутренние полости; фольгу толщиной в несколько микрометров и массивные детали; тонкие детали с деталями значительной толщины.

Сварка пластмасс (листы 39, 40). Пластмассы находят в технике все большее применение. Процесс сварки может происходить в вязкотекучем состоянии в узких температурных границах: выше температуры размягчения, но ниже температуры разложения пластмассы.

Контактная тепловая сварка термопластов осуществляется при нагреве соединяемых поверхностей деталей 1 (лист 39, рис. 1 и 2) нагревательным инструментом 2, который удаляется (рис. 1, 0, б) или продвигается (рис. 2, в ... з) перед соединением кромок. Так же осуществляется и сварка стыков труб (рис. 3, в, б).

Сварка газовым теплоносителем с присадочным материалом (рис. 4) применяется для изготовления динамического оборудования, трубопроводов и сосудов из винипласта и полиэтилена с толщиной элементов свыше 2 мм. Сварка может осуществляться вручную (рис. 4) или механизировано (рис. 5, 6). Иногда конструкция изделия позволяет сваривать пластмассы без присадочного материала путем размягчения и сдавливания кромок деталей, нахлесточного соединения (рис. 5). Этим способом соединяются пленки из полиамида, полиэтилена низкой плотности и полиэтилентерефталата. Для соединения жесткого и пластифицированного поливинилхлорида и других пластмасс толщиной 3 мм и больше кромки листов перед сваркой срезают "На ус" (лист 40, рис. 7) под углом 20 ... 25°. Газовая струя, имеющая температуру 250 ... 300 °С, нагревает срезанные кромки. Скорость сварки - 30 ... 150 м/ч. Прочность сварных швов составляет 80 ... 90 % прочности основного материала.

Сварка экструдированной присадкой (рис. 8, а, б, в) происходит при заполнении разделки непрерывно подаваемым из экструдера 1 расплавленным материалом 2, который нагревает соединяемые поверхности и, сплавляясь с ними, образует сварной шов. Более надежное соединение получается при обкатке шва роликами.

Высокочастотная сварка (рис. 9) основана на нагреве термопластов переменным электрическим полем за счет изменения поляризации макромолекул. Электрическое поле вводится в свариваемый материал 2 электродами 7 и 3 (рис. 9, а, б, в). В случае сварки с одновременным разрезанием материала (рис. 9, б) на нижнем электроде устанавливается изолирующая прокладка 4. Этим способом хорошо свариваются только полярные пластики (поливинилхлорид, полиамиды, поливинилацетаты, полиакрилы, поливинилиденхлорид) толщиной от 0,3 до 4 мм.

Сварку рукавов и шлангов (рис. 10) можно производить непрерывным нахлесточным швом шаговым способом, подавая материал из рулона 3 к электродам 1 и 2. Длина шага равна длине верхнего электрода 1. При сварке стыков труб 1 и 2 (рис. 11) используют кольцевые электроды 4.

Ультразвуковая сварка пластмасс производится путем нагрева при введении механических колебаний ультразвуковой частоты (20 ... 50 кГц). Сварка может осуществляться скользящим инструментом

и неподвижным инструментом в ближнем поле (контактная) (рис. 12, д) или в дальнем поле (дистанционная или передаточная) (рис. 12, б). Контактная сварка применяется для соединения мягких термопластов (полиэтилена и др.) небольшой толщины (до 5 мм). Передаточная сварка применяется для изготовления швов стыковых и тавровых соединений при сборке объемных деталей из жестких термопластов (полистирола, полиметилметакрилата, поликарбоната).

Сваркой трением выполняются такие же соединения, что и при сварке металлов. Фигурные фаски на торцах труб (рис. 13, а...з) предупреждают смещение кромок, снижающее работоспособность сварных стыков. Сварка вибротрением путем относительных перемещений деталей с частотой до 100 Гц и амплитудой до нескольких миллиметров позволяет сваривать детали различной формы (рис. 14).

Сварка лучом лазера эффективна при соединении тонких полимерных пленок (рис. 15). Луч 2 лазера, выйдя из оптического квантового генератора 1, отражается от отклоняющего зеркала 3, фокусируется линзой 4 и осуществляет сварку пленки 7, перемещаемой транспортирующим б и прижимным 5 роликами. Скорость свар(си) достигает 3,3 ... 4,0 м/с.

Наплавка (листы 41 ... 46).

Наплавку тем или иным способом сварки применяют для нанесения на поверхность изделия слоя металла с заданными составом и свойствами. Наплавка используется как при изготовлении новых деталей (клапанов двигателей внутреннего сгорания, конусов и чаш загрузочных устройств доменных печей, шарошек буровых долот и др.), так и при восстановлении изношенных деталей (колес железнодорожного подвижного состава, деталей сельскохозяйственных машин и др.). Автоматическая наплавка благодаря многократному восстановлению может сократить расход металла для изготовления изнашивающихся деталей во много раз.

Для наплавки широко применяют способы дуговой сварки. Требования, предъявляемые к наплавленному металлу, в ряде случаев могут быть обеспечены только при достаточно высоком содержании легирующих элементов. При сварке под флюсом такое легирование можно получить одним из способов, показанных на рис. 1 (лист 41). Преимуществами наплавки под флюсом являются непрерывность процесса, высокая производительность, малые потери электродного металла, отсутствие излучения дуги. Самая малая глубина проплавления и минимальное перемешивание основного и наплавленного металла достигаются колебанием электрода поперек шва (рис. 2, а), применением многодуговой (рис. 2, б), многоэлектродной (рис. 2, в) наплавки и наплавки ленточным электродом (рис. 2, г) шириной до 200 мм. При наплавке тонкими (толщиной менее 0,5 мм) стальными лентами и лентами из цветного металла (меди, алюминия и др.) для увеличения жесткости ленты на участке между подающими роликами 1 (рис. 2, д) и токоподводящими роликами, а также на вылете электрода применяют изогнутые ленты. Изгиб осуществляется роликами 2 и 3.

Широко применяется дуговая наплавка порошковыми проволоками (рис. 3, а) и порошковыми лентами (рис. 3, б ... з), в состав сердечника которых кроме газо- и шла-кообразующих веществ входят и легирующие компоненты. Наплавка порошковыми лентами больших поверхностей дает значительное повышение производительности труда.

Для наплавки цилиндрических деталей малого диаметра применяют вибродуговую наплавку (рис. 4, а, б). Сущность способа состоит в том, что деталь 1 (рис. 4, б) наплавляется проволокой 2, которой вибратор 3 сообщает колебания, причем в зону сварки подается струя жидкости. Достоинством этого метода является минимальное коробление восстанавливаемой детали при толщине наплавленного слоя 0,5 ... 0,2 мм, сохранение структуры металла вблизи наплавки, возможность наплавки деталей малых диаметров (15 ... 20 мм), внутренних отверстий и деталей со шлицевым соединением плоскостей. Однако большие скорости охлаждения и отсутствие надежной защиты зоны сварки могут приводить к появлению трещин и ухудшению механических свойств. Поэтому при восстановлении ответственных деталей, работающих в тяжелых условиях переменных нагрузок, способ вибро дуговой наплавки с подачей жидкости не всегда пригоден. Стремление сохранить хорошие качества наплавки, получаемой под слоем флюса, при всемерном уменьшении остаточных деформаций привело к использованию вибрации электрода при наплавке под флюсом, что обеспечивает надежное зажигание и горение дуги при весьма низких режимах. В сочетании с охлаждением наплавленной детали такой способ дает существенное снижение остаточных деформаций при высоких механических свойствах. Схема устройства для наплавки валов небольшого диаметра таким методом показана на рис. 4, д. Флюсоудерживающее приспособление 2 крепится к сварочной головке и перемещается вместе с ней. Металлические щетки 3 прижимаются к детали 1 и задерживают флюс. Снятие шлака производится резцом 4. Для лучшего отделения шлака и охлаждения наплавленной детали устанавливают охладитель 5, подающий сжатый воздух.

Наиболее дешев и прост способ легирования через порошковую шихту из ферросплавов, вводимую в слой флюса с помощью дозатора с щелью, регулируемой гайкой 1 (лист 42, рис. 5, а) с помощью зажимки 3, соединенной с указателем 2. Дозатор 2 (рис. 5, б) крепится к мундштуку 1 головки автомата и представляет собой трубку с боковым вырезом. Устранение сепарации при введении неоднородных компонентов можно обеспечить применением многоканальных дозаторов (рис. 5, в).

В некоторых случаях весьма эффективно можно использовать наплавку под слоем флюса 3 (рис. 6) легированных сплавов лежачим пластинчатым электродом 2, имеющим легирующую обмазку 1. При ширине пластины до 200 мм производительность процесса составляет до 0,5 м²/ч.

Высокую производительность (до 30 кг/ч) обеспечивает плазменная наплавка с подачей в ванну двух плавящихся электродов 1 (рис. 7), подключенных последовательно к источнику питания и нагреваемых почти до температуры плавления. Защитный газ подается через сопло 2.

При плазменной порошковой наплавке (рис. 8) горелка имеет три сопла: 3 — для формирования плазменной струи, 4 — для подачи присадочного порошка, 5 — для подачи защитного газа. Один источник тока служит для зажигания дуги осциллятором 2 между электродом и соплом, а другой источник тока формирует плазменную дугу прямого действия, которая оплавляет поверхность изделия и плавит порошок, подающийся из бункера 6 потоком газа. Изменяя ток обеих дуг устройствами 1, можно регулировать количество теплоты, идущей на плавление основного металла и присадочного порошка и, следовательно, долю металла в наплавленном слое.

На рис. 9 приведена конструкция порошкового питателя с дозирующим устройством черпающего типа. Ступенчатое изменение расхода порошка производят сменой черпающих дисков 2, отличающихся по толщине. К тройнику 1 подается инертный газ, который заполняет бункер с порошком и облегчает транспортирование порошка в сварочную ванну. Из корпуса дозирующего устройства порошок поступает в инжектор 3, а затем в зону сварочной ванны.

При индукционной наплавке нагрев поверхности изделия осуществляется индуктором 3 (лист 43, рис. 10). Электродная проволока 1, расплавляющаяся в индукторе 2, поступает к месту наплавки. Такой способ нашел применение при наплавке клапанов двигателей внутреннего сгорания и других деталей.

Газопорошковая наплавка позволяет упрочнять детали сложной конфигурации слоем минимальной толщины (0,1 ... 0,3 мм) почти без разбавления основным металлом. Для наплавки используют специальные горелки (рис. 11). Порошок из бункера под действием силы тяжести и инжектирующего действия кислородной струи поступает в пламя и на наплавляемую поверхность. Наплавку ведут гранулированным самофлюсующимся порошком системы хром—бор—никель. Газопорошковую наплавку применяют в основном при ремонтных работах, для восстановления и упрочнения автотракторных деталей, штампов, матриц и др. Большие возможности предоставляет электрошлаковая наплавка. Некоторые приемы такой наплавки на плоские и цилиндрические поверхности показаны на рис. 12 ... 15.

Для многократного использования расплавленного шлака разработан процесс непрерывной горизонтальной электрошлаковой наплавки деталей с постоянной шлаковой ванной (рис. 16). Электрод подается в шлаковую ванну 1 и, расплавляясь, заполняет углубление, образованное заготовкой 4 и стенками формирующих устройств (кристаллизаторов) 3. Шлаковик 2 неподвижен, а детали в формах периодически перемещаются.

Наплавка с совмещенной шлаковой ванной осуществляется при окунании изделия 3 (рис. 17) в расплав металла, находящийся в кристаллизаторе 5 под шлаковой ванной. Кольцевой греющий электрод 4 поддерживает шлак в расплавленном состоянии в шлаковике 1. После наплавки одной детали в шлаковую ванну опускается плавящийся электрод 2, который обеспечивает наличие расплавленного металла в кристаллизаторе 5. На рис. 18 представлена наплавка с шлаковым котлом, в котором расплавленный шлак 7 поддерживается в форме б. При опускании электрода 5 вниз часть шлака переливается в соседнюю форму 1, изолированную прокладкой 4, где осуществляется расплавление электрода 3. После накопления металла электрод удаляется и в форму опускается наплавляемая деталь 2. Аналогично наплавке деталей, изображенной на рис. 16, осуществляется электрошлаковая отливка деталей (рис. 19).

Для покрытия поверхности заготовки сплавом другого состава используют наплавку окунанием в расплав. Предварительно детали 3 (лист 44, рис. 21) нагревают индуктором 2 в расплавленном флюсе 1 для растворения пленки окислов на детали. Затем детали переносят и окунают в расплавленный сплав 5, находящийся во втором тигле 4. При погружении заготовки 7 (рис. 20) в сплав 2 пленка флюса 3 отделяется от поверхности и всплывает, а сплав намораживается на заготовку.

При индукционно-шлаковой наплавке расплавление присадочного металла 1 (рис. 22) осуществляется индуктором 2. Разогрев шлака 4 происходит при протекании тока между графитовым тиглем 5 и графитовым электродом 6. Наплавляемая поверхность детали 3 облицовывается жидким металлом.

Электроконтактная наплавка проволокой применяется для ремонта цилиндрических деталей с гладкой поверхностью (рис. 23, а) и по заранее проточенной резьбе (рис. 23, б). Канавки на изношенной поверхности детали 2 (рис. 24) можно получить электрометаллической высадкой резцом 1, присоединенным к трансформатору, с одновременной приваркой проволоки 3, придавливаемой роликом 4. Электроконтактным способом можно наплавлять детали и порошком (рис. 25). Электроконтактная наплавка используется при изготовлении фрез и ленточных пил, у которых наплавляется режущая кромка.

Напыление позволяет восстанавливать изношенную поверхность при минимальном термическом воздействии на деталь. Расплавление проволок или порошка осуществляется дугой, плазмой или газовым пламенем. Для более прочного сцепления металлизированного слоя с основным металлом иногда на поверхности цилиндрических деталей нарезают резьбу, а по краям наплавки делают замки (рис. 26). На рис. 27 показана схема газопорошковой напыления. После напыления порошка слоем 0,1 ... 5,0 мм производят оплавление покрытия, которое получается гладким и беспористым. На рис. 28 (лист 45) показан вариант крепления изделий при напылении.

На рис. 29 ... 42 представлены варианты ремонта и изготовления различных деталей наплавкой. Заплавка изношенных отверстий соединительных муфт производится сваркой под флюсом на остающейся подкладке (рис. 29). Тормозной шкив из стали 35Л перед наплавкой по краям облицовывается прутками 1 (рис. 30) для предупреждения отекания металла и флюса. Первый слой наплавляется сплошной проволокой для выравнивания изношенной поверхности. Второй слой, наплавленный порошковой проволокой, обеспечивает нужную твердость. Третий слой, наплавленный сплошной проволокой, — позволяет легко обработать поверхность шкива.

При наплавке зубчатых колес применяют сплошную наплавку слоя после срезки изношенных зубьев (рис. 31, а) или наплавляют каждый зуб, применяя стальные вставки (рис. 31, б). Для крепления колес 1 (рис. 32) при наплавке можно применить конусные гайки 3, перемещающиеся на винте 2.

Для наплавки контактной поверхности большого конуса 1 (рис. 33) доменной печи успешно применяется печная наплавка композиционного сплава. В зазор между технологическим кольцом 5 и телом конуса 7 засыпают зерна релита 4, сверху в контейнер укладывают припой 3 и герметизируют внутрен-

нее пространство приваркой крышки 2. При нагреве в печи при температуре 1150 °С внутреннее пространство вакуумируется, припой плавится, пропитывает зерна релита и соединяет их с основным металлом. После наплавки кольцо и контейнер удаляют при механической обработке.

Конус 2 большого размера (рис. 34) армируют предварительно наплавленными композиционными плитами 7, укрепляя их болтами и обваривая по периметру. Поверхность швов 3 облицовывают композиционными сплавами.

Для деталей 1 (рис. 35) загрузочных устройств доменной печи, имеющих сложную конфигурацию, применяют армирование рабочей поверхности плоскими трубами 2, предварительно наплавленными композиционным сплавом в печи методом пропитки. Внутреннюю полость труб 2 предварительно заполняют металло-керамическим дробленым сплавом 4 и пропитывают припоём в печи. Трубы на поверхности уложены с зазором 20 мм в направлении, перпендикулярном движению шихтовых материалов, и приварены швами 5, поверхность которых облицована композиционным сплавом 3.

Наплавка жидким присадочным металлом высокопроизводительна. Нагретая до высокой температуры деталь 7 (рис. 36) помещается в литейную форму 4 и заливается жидким металлом 3. Поверхность детали перед наплавкой зачищается и покрывается тонким слоем флюса 2.

Для формирования жидкого металла при однопроходной групповой наплавке лопастей 1 (лист 46, рис. 37) бетоносмесителя порошковой лентой 2 установлен медный водоохлаждаемый кокиль 3. После наплавки детали разбивают по местам соприкосновения. Аналогично наплавляют зубья (рис. 38) ковша экскаватора. Упрочнение тарельчатых ножей (рис. 39, а) торфяных машин производится электроконтактной наплавкой высоколегированного металлического порошка на поверхность ножей. Режущая кромка получается трехслойной (рис. 39, б): слой 1 определяет износостойкость; закаленный слой 2 — прочность и исходный слой 3 — вязкость металла ножа. На рис. 39, в приведена принципиальная схема процесса, а на рис. 39, г показано взаимное расположение деталей.

Широко применяется наплавка клапанов двигателей внутреннего сгорания плазменной дугой, индукционным способом (рис. 40) и дугой в вакууме (рис. 41).

При расплавлении индуктором (рис. 40, а) кольца 3, установленного на клапане 1 через прослойку флюса 4, жидкий металл 5 (рис. 40, б) "намораживается" при охлаждении клапана струями воды, подаваемой из резервуара 6 (рис. 40, в). При наплавке в вакууме дуга расплавляет кольцо 1 (рис. 41). Жидкий металл 3 удерживается медной формой 2.

Наплавка внутренних поверхностей втулок 1 (рис. 42, а, б) может быть выполнена центробежным способом при расплавлении порошка 2 индуктором 3 (рис. 42, а) или дугой, горячей между угольными электродами 3 (рис. 42, б).

СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Элементы сборочных приспособлений (листы 47 ... 56).

Сборочная операция имеет целью обеспечение правильного взаимного расположения деталей, которое задается упорами (лист 47, рис. 1, а ... л), установочными пальцами (рис. 1, м ... т), призмами (рис. 1, у), ложементами (рис. 1, ф). Фиксация ферромагнитных деталей может осуществляться и электромагнитными устройствами (лист 48, рис. 9), позволяющими задавать требуемый угол между собираемыми деталями. Сборка осуществляется винтовыми (лист 47, рис. 2 ... 4; лист 48, рис. 5), клиновыми (рис. 6, а ... г), эксцентриковыми (рис. 6, д, е), рычажными (рис. 7), вакуумными (рис. 8) и электромагнитными (рис. 9; лист 49, рис. 10, 11, а.. е) устройствами. Усилие, развиваемое электромагнитным прижимом, может достигать 25 ... 30 кН. Для сборки изделий в единичном производстве применяются специальные стеллажи и стенды (рис. 12). Стеллажи служат для грубой установки средних и крупных изделий при сборке, сварке, отделке, правке и контроле.

Проектирование и изготовление специальных приспособлений для сборки и сварки каждого изделия в условиях единичного и мелкосерийного производства экономически нецелесообразно, однако изготовление сварных узлов без технологической оснастки приводит к повышению их стоимости и снижению точности сборки. В этом случае целесообразно применение универсальных сборно-разборных приспособлений, применяемых в сварочном производстве (СРПС).

Комплект СРПС состоит из универсальных плит (рис. 13, а) с Т-образными продольными и поперечными пазами и типовых конструктивных элементов (рис. 13, б ... е). Общая плита собирается из отдельных плит с размерами 750 X 1500 мм. Общий размер такой плиты определяется габаритными размерами собираемых узлов. Разработанный Научно-исследовательским и проектно-технологическим институтом машиностроения (г. Краматорск) комплект СРПС включает базовые детали (рис. 13, б) — плиты и угольники, являющиеся основаниями, на которых размещаются элементы универсальных приспособлений: корпусные детали (рис. 13, б), подкладки и опоры, составляющие каркас приспособлений; фиксирующие элементы (рис. 13, в) - упоры, призмы, опоры, фиксаторы, домкраты; прижимные элементы (рис.

13, г) - прижимы, струбцины, распорки, стяжки, планки для закрепления деталей; установочные детали (рис. 13, д) — шпонки для фиксации элементов универсальных приспособлений; крепежные детали (рис. 13, е) — болты, шпильки, гайки, шайбы, сухари.

Пример сборки деталей на СРПС представлен на рис.

14. а... д (лист 50). Показаны: изделие — рама (рис. 14, д), схема базирования деталей при сборке рамы (рис. 14, б), детали СРПС, используемые для сборки (рис. 14, г), плиты (рис. 14, д) и компоновка СРПС при сборке рамы (рис. 14, в).

Другим примером универсального приспособления является конструкция продольных балок ступеней, показанная на рис. 15, в, которая обеспечивает быстросменное надежное крепление и универсальность узлов (рис.).

15. б, в) при минимальном числе их типоразмеров и возможность осуществления различных вариантов их компоновок. Колонны таких приспособлений (рис. 15, г) и крепление к ним продольных балок также могут быть нормализованы.

На рис. 16, а, б приведены конструкции опорных узлов зажимных устройств.

Привод зажимных устройств может быть различным:

пневматический, гидравлический, электромеханический и др. Пневмопривод быстродействен, дистанционно управляем, позволяет производить зажатие детали одновременно в нескольких точках. Пневмоцилиндр одностороннего действия (рис. 17, а, в) возвращается в исходное положение пружиной, у пневмоцилиндра двустороннего действия (рис. 17, б, г) обратный ход осуществляется подачей сжатого воздуха во вторую камеру. Способы крепления пневмоцилиндров (лист 51, рис. 18, а... в) выбирают в зависимости от конструктивной схемы зажимного приспособления. В случае зажима вращающихся деталей подвод воздуха к вращающемуся пневмоцилиндру осуществляется через муфту поворотного приспособления (рис. 19). Обычно пневмоцилиндры работают от заводской воздушной сети, в которой поддерживается давление 0,4 ... 0,6 МПа.

Если для зажатия деталей достаточны небольшие перемещения штока (до 40 мм), целесообразно применять диафрагменные приводы (пневмокамеры) одностороннего (рис. 20) или двустороннего (рис. 21) действия. Они проще и дешевле, более долговечны, чем пневмоцилиндры.

Гидропривод (рис. 22) применяется в тех случаях, когда требуется создать значительные усилия, превышающие в 10 раз и более усилия, получаемые при пневмоприводе. В гидроцилиндрах создаются большие давления, поэтому они имеют меньшие диаметры поршня.

Пневмогидропривод (лист 52, рис. 23) обеспечивает по сравнению с пневмоприводом выигрыш в силе, пропорциональный квадрату отношения диаметров гидравлического цилиндра 2 и плунжера 1.

Пневмоцилиндры могут быть встроены в корпус приспособления (рис. 24). Уплотнение штока и цилиндра в пневматических и гидравлических устройствах можно осуществлять резиновыми уплотнительными кольцами прямоугольного и круглого сечения (рис. 25 ... 27), манжетными кольцами (рис. 28, 29) и др. Различные варианты соединения поршня со штоком и уплотнений поршня и штока показаны на рис. 28 и 29.

Пневмопривод часто применяют в сочетании с рычажными (лист 53, рис. 30, а ... з) и клиновыми (рис. 31, а ... з) устройствами, что позволяет получать большие усилия зажатия.

При проектировании приспособлений с клиновыми зажимами необходимо иметь в виду, что при малых углах подъема клина происходит заклинивание, и усилие разжима превышает усилие прижима. Поэтому соединение штока с самотормозящим звеном выполняют с зазором (рис. 32), что создает при разжиге ударное действие, увеличивающее силу расклинивания.

Для крепления деталей по отверстию используют разжимные патроны (рис. 33) или центрирующие оправки.

Центрирующая пневматическая оправка (рис. 35) применяется для центрирования и поджима заготовки по отверстию. При помощи штока 1 к корпусу 2 прикреплен поршень 3, относительно которого сжатым воздухом смещается корпус пневмоцилиндра 7 с оправкой. Ввод оправки в отверстие детали и вывод осуществляются с помощью этого цилиндра. Разжим кулачков 4 происходит при движении поршня другого пневмоцилиндра //.

Крепление деталей с наружными цилиндрическими поверхностями можно осуществлять цангами (рис. 34) или пневматическими патронами (лист 54, рис. 36). Плоские детали можно крепить с помощью пневматических тисков (рис. 37). Пневмоприжимные устройства с гибким шлангом (рис. 38) позволяют существенно уменьшить габариты приспособления с большим числом клавишных прижимных элементов. Они широко применяются для прижатия тонких листов к подкладке. Устройство с пневмо-цангами на рис. 38 позволяет приближать стыкуемые кромки друг к другу при прижатии их к подкладке. Примеры крепления деталей с отверстиями посредством устройств, имеющих убирающиеся внутрь и не мешающие съему деталей зажимные элементы, приведены на рис. 39, д... е.

Варианты применения различных устройств в сборочных приспособлениях даны на рис. 40, д ... н ... 44, а... е (листы 55, 56).

Компоновка сборочно-сварочных приспособлений. (листы 57, 58).

Манипуляторы служат для установки и наклона изделия в удобное для сварки положение и вращения изделия при сварке. Манипуляторы могут быть (лист 57, рис. 1):

а — консольные, б - карусельные, в, г — консольные с частичным и полным уравниванием относительно оси наклона, д — карусельные с вертикальным подъемом, е - карусельные с радиальным подъемом, ж — рычажно-секторные, з, и — карусельные с частичным и полным уравниванием относительно оси наклона.

На рис. 2 дан общий вид одного из манипуляторов грузоподъемностью 5000 кг. Возможные схемы установки изделия на манипуляторе приведены на рис. 3, а ... в, плечевой манипулятор — на рис. 4. Для крепления сварочных головок применяют тележки (рис. 5, а ... г) различных типов.

Комплекс оборудования, включающий сварочный аппарат и механическое оборудование, обеспечивающее крепление свариваемого изделия и перемещение сварочного аппарата или изделия со скоростью сварки, называют сварочной установкой. В зависимости от назначения установки для сварки могут быть разделены на установки для сварки прямолинейных швов при изготовлении балок, колонн, плоских секций и т.д. (рис. 6, а ... в и лист 58, рис. 7, а, б) установки для сварки круговых и кольцевых швов при изготовлении колес, шкивов, труб, сосудов и других изделий (рис. 7, в ... з).

Для увеличения зоны обслуживания полуавтоматов применяют консольную подвеску подающих механизмов полуавтоматов (рис. 8).

РОБОТЫ

Кинематические схемы (листы 59 ... 64).

Поточные методы обеспечивают высокую производительность и проще поддаются автоматизации. Однако поточные методы применимы к серийному производству, доля которого при изготовлении сварных изделий невелика. Кроме того, оснащение автоматических линий требует создания специального оборудования, проектирование и изготовление которого занимают много времени и трудно поддаются модернизации при изменении выпускаемого изделия.

Развитие робототехники обещает более универсальный путь автоматизации, включая и мелкосерийное производство, потому что при смене изготавливаемой детали можно использовать тот же робот, изменив программу его работы. Применение роботов позволит повысить качество изделий, освободить человека от однородной, утомительной работы, перейти на трехсменную работу. Хотя создание роботов и их серийное производство также требуют больших усилий, однако здесь нет такого разнообразия, как при создании специальных агрегатов автоматических линий. Робототехника, по-видимому, станет основным направлением развития автоматизации сварочного производства и экономии живого труда.

Наиболее просто роботизации поддаются сборка и сварка узлов с нахлесточными соединениями, свариваемыми контактной сваркой, сложнее — с тавровыми и угловыми соединениями, выполняемыми дуговой сваркой, и еще сложнее — со стыковыми соединениями, выполняемыми дуговой сваркой. Использование роботов при сварке предъявляет специфические требования к технологии изготовления, порядку сборки и сварки, а также требует создания оснастки, обеспечивающей стабильность положения линии сопряжения свариваемых элементов. Возможности использования промышленных роботов в технологических процессах определяются размерами и формой рабочего пространства, точностью позиционирования, скоростью перемещения, числом степеней подвижности, особенностями управления и др. На рис. 1 (лист 59) даны условные обозначения характерных элементов кинематических схем промышленных роботов. Число степеней подвижности характеризует возможности позиционирования рабочего органа. Для перемещения неориентированных в пространстве предметов достаточно трех степеней подвижности, а для полной пространственной ориентации — шести. Для выполнения сварных швов дуговой сваркой в общем случае (рис. 2 и 3) необходимо иметь пять степеней подвижности сварочного инструмента. Обычно три степени подвижности обеспечивает базовый механизм робота (лист 60, рис. 4), а еще две степени добавляет механическое устройство: кисть робота, на которой крепится сварочная головка; клещи для контактной сварки или захват.

Базовый механизм робота может быть выполнен в прямоугольной, цилиндрической, сферической и ангулярной (антропоморфной) системах координат (рис. 4). Система координат базового механизма определяет конфигурацию и габариты рабочего пространства робота (лист 61, рис. 5), в пределах которого возможно управляемое перемещение исполнительного органа робота. Робот с прямоугольной системой координат имеет рабочее пространство в виде прямоугольного параллелепипеда (рис. 5, а), размеры которого меньше габаритов самого робота. Промышленные роботы с цилиндрической (рис. 5, б) и сферической (рис. 5, в) системами координат обладают большим объемом рабочего пространства при относительно малой площади основания манипулятора. Еще более компактный робот получается в ангулярной системе координат (рис. 5, г). Рабочее пространство его определяется размерами рычагов и предельными углами их поворотов, образуя объем, близкий к сфере.

Роботы могут быть установлены неподвижно (рис. 6, а, б, в) и с возможностью перемещения по направляющим, установленным на полу (рис. 6, г, д) и потолке (рис. 6, е, ж, з).

Перспективна компоновка базового механизма роботов из устройств прямолинейного перемещения однокоординатного модуля (рис. 7, д ... д), при помощи которых в зависимости от характера выполняемой работы можно создавать роботы с одной, двумя и тремя степенями подвижности базового механизма, выполненного в прямоугольной системе координат (лист 62, рис. 8, а... д)

Модули, показанные на рис. 9, а, состоят из поворотных оснований 7 и 2, модулей вращательных движений 3, 4 и 5, модулей прямолинейных движений б и 7 и механизмов локальных движений 8. Комбинируя их, можно создавать роботы в двухполярной сферической (ангулярной) (рис. 9, б), двухполярной цилиндрической (рис. 9, в), сферической (рис. 9, г) и цилиндрической (рис. 9, д) системах координат. Используя модули прямолинейных движений б и 7, можно собрать робот в прямоугольной системе координат. Такая агрегатная система робототехники позволяет для каждого конкретного применения собрать из стандартных блоков оптимальный промышленный робот, имеющий только требуемое число степеней свободы.

Для перемещения сварочной горелки при дуговой сварке применяются различные устройства (рис. 10, а...е), которые крепятся к базовому механизму.

В роботах применяются гидравлические, электромеханические, пневматические и другие приводы.

Гидравлические приводы имеют простую конструкцию, малую массу и небольшие габариты при значительной мощности. Они относительно дешевы. К гидравлическим приводам относятся гидромото-

ры с вращательным движением вала и гидроцилиндры с поступательным движением поршня. Для работы гидропривода необходима автономная гидросистема с высоким давлением масла, поэтому всегда существует угроза нарушения герметичности шлангов и сопряжении движущихся частей.

Электромеханический привод требует применения сложных точных редукторов, но он проще в обслуживании. Робот с электроприводом обладает высоким быстродействием и точностью позиционирования.

Пневмопривод конструктивно прост. У него меньше, чем у гидропривода, суммарная длина трубопроводов, ниже требования к уплотнениям, нет питающей гидростанции. Однако пневмоприводом трудно осуществлять регулируемые (управляемые) остановки инструмента. Обычные пневмодвигатели служат для перемещения инструмента по циклу "подвод — отвод" с настройкой длины хода переставными жесткими упорами. Системы управления движением инструмента робота подразделяются на цикловые, позиционные и контурные.

Цикловая система управления предназначена для задания определенной последовательности ряда команд без указания значений перемещений. Цикловая система является простейшим случаем позиционной системы с минимальным числом позиций, программируемых по каждому приводу (обычно две — начальная и конечная).

В роботах с цикловым управлением широко используют пневмопривод. Эти роботы применяют в основном на вспомогательных операциях по обслуживанию основного технологического оборудования, при сборке деталей, при погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работах, при укладке и упаковке готовой продукции.

Позиционная система определяет не только последовательность команд, но и положения всех звеньев манипулятора. Она предусматривает позиционирование объекта, т.е. ориентированное расположение его с заданной точностью в конце отдельного перемещения (в заданной точке) и остановку. После получения сигнала о правильном выполнении шага происходит переход к следующей точке. Как и по какой траектории происходит перемещение между заданными точками, не контролируется.

Такая система пригодна для контактной точечной сварки, для сборочных и транспортных операций.

Многопозиционная система позволяет проходить промежуточные точки без остановок и может использоваться для дуговой сварки. Число точек позиционирования инструмента в рабочей зоне ограничивается только объемом памяти запоминающих устройств. В позиционных роботах наибольшее применение нашли гидравлические и электромеханические приводы. Электромеханические приводы обладают наилучшими динамическими качествами. Разработаны также первые позиционные роботы и с пневмоприводом.

Контурная система управления задает движение в виде непрерывной траектории или контура, причем в каждый момент времени определяет не только положение звеньев манипулятора, но и вектор скорости инструмента. Эта система обеспечивает движение инструмента по прямой линии или окружности путем задания соответственно двух или трех точек этих участков траектории. Это существенно упрощает обучение робота, так как отдельные участки траектории могут интерполироваться дугами окружностей и отрезками прямых. В сварочных роботах с контурным управлением используется электропривод, который обеспечивает более точное регулирование скорости перемещения горелки.

На рис. 11 ... 14 (листы 63, 64) приведены известные в настоящее время сварочные роботы, выполненные в различных системах координат.

Сварочный робот "Asea I Rb-6" (Швеция) (рис. 11), выполненный в ангулярной системе координат, применяется как для дуговой, так и для контактной точечной сварки в зависимости от того, что прикреплено к руке робота: сварочная горелка или клещи для контактной сварки. Для перемещения рабочего инструмента используются мотор-редукторы 2, 4, 17 и 20. Применение эл^октропривода в сочетании с жесткой механической конструкцией обеспечивает малую погрешность позиционирования ($\pm 0,2$ мм). Поворот руки вокруг вертикальной оси осуществляется от мотор-редуктора 2, установленного на основании 7, через волновую беззазорную передачу 3, выходное колесо которой связано с поворотным корпусом 5. Мотор-редуктор 4 через шариковую винтовую пару 6 поворачивает тягу 7, образующую со звеньями 9, 10 и 12 шарнирный параллелограмм, обеспечивающий поворот звена 12 вокруг оси кривошипа 13. Наклон звена 10 обеспечивается мотор-редуктором 20, движение от которого через шариковую винтовую пару 18 подается на кривошип 79. Для разгрузки приводов предусмотрен уравновешивающий груз 8. Внутри звеньев руки размещены тяги 11 и 14 и система кривошипов 13, 15 и 19, образующих систему передач, которые обеспечивают повороты рабочего инструмента вокруг оси I (кривошипом 15) и на угол α (беззазорной конической передачей 16). Движения звеньев по всем степеням подвижности контролируются датчиками положения. Система управления — позиционная.

Робот (рис. 12) для дуговой сварки фирмы "Shin Meiwa" (Япония), имеющий сварочную горелку и механизм подачи электродной проволоки, расположенный на устройстве горизонтального перемещения горелки по оси, имеет базовый механизм, выполненный в прямоугольной системе координат.

Одним из первых роботов, примененных для сварки, был американский робот "Unimate" (рис. 14), производимый в США и по лицензии США фирмами ФРГ, Франции и Японии. Он выполнен в сферической системе координат. Базовый механизм (рис. 13) такого робота состоит из опорной колонны 4, качающейся траверсы 3 и выдвигающейся руки 1 с кистью 2. Кисть 2 робота может наклоняться и поворачиваться вокруг своей оси.

Траверса, поворачивающаяся вокруг горизонтальной оси, закрепленной в проушинах верхней части колонны 3 (см. рис. 14), имеет линейные направляющие 5, в которых скользит рука, состоящая из двух труб 6, соединенных скобой. Поворот колонны осуществляется двумя гидроцилиндрами 2 с помощью рейки, зацепляющейся с зубчатым колесом колонны. Гидроцилиндр 1 служит для поджима рейки к зуб-

чато му колесу. Гидроцилиндр 4 осуществляет наклон траверсы в вертикальной плоскости. Выдвигает руку робота гидроцилиндр 7. Гидроцилиндры 8 поворота кисти расположены по бокам траверсы и связаны системой цепей, зубчатых колес и шлицевых валов с соответствующими редукторами кисти. Перемещения контролируются координатными датчиками КД.

Захватные устройства (листы 65 ... 70). Роботы, используемые для сборки и транспортировки деталей, имеют устройства, предназначенные для захватывания и удержания в определенном положении объектов манипулирования. Эти устройства должны обеспечить надежность захвата и удержания объекта, стабильность базирования, недопустимость повреждения или разрушения объектов. По принципу действия захватные устройства можно подразделить на механические, вакуумные, магнитные, с эластичными камерами и др.

Механические захватные устройства могут быть неуправляемыми. Их выполняют в виде пинцетов, цанг и других устройств, усилие зажатия в которых осуществляется благодаря упругим свойствам зажимных элементов, а высвобождение детали — дополнительными устройствами. Такие захваты применяют при манипулировании объектами небольшой массы и габаритов.

Широко применяются командные клещевые захватные устройства (лист 65, рис. 1). Перемещение губок осуществляется пневматическим, гидравлическим или электрическим приводом.

Клещевые захваты с рычажными передаточными механизмами (рис. 2, а, б) конструируют таким образом, чтобы получить выигрыш в усилии зажима. Реечный механизм захватного устройства (рис. 3, а) удобен для углового перемещения поворотных губок при захвате валов. При использовании рычагов, образующих шарнирный параллелограмм, реечный механизм может обеспечить прямолинейное перемещение губок (рис. 3, б). По сравнению с рычажными реечные механизмы компактнее, обеспечивают большее раскрытие губок, но не дают выигрыш в усилии зажима объекта.

Для зажима деталей используют и клиновые механизмы (рис. 4, а, б). Захваты для круглых и плоских деталей разнообразны (лист 66, рис. 5, а ... е).

Можно использовать одно захватное устройство для удержания деталей различной формы, применяя наборы сменных губок (рис. 6, а, б). Параллельное перемещение губок обеспечивается применением рычагов, образующих шарнирные параллелограммы (лист 67, рис. 7).

Диафрагменный захват с рычажным механизмом (рис. 8) при создании вакуума в верхней полости А камеры обеспечивает подъем мембраны 3 со штоком 4 и зажим детали рычагами 5. Наличие направляющих 2 и пружины 1 позволяет уменьшить нагрузку на руку робота в момент соприкосновения захвата с деталью и снизить требования к точности позиционирования.

Для захвата круглых деталей удобен трехкулачковый поршневой захват с клиновым механизмом (рис. 9). При создании вакуума в полости захвата поршень 4 поднимается вместе с кулачками 7, которые, скользя по наклонным плоскостям корпуса 5, зажимают деталь 6. Разжатие кулачков осуществляется под действием пружин.

Трехпальый захват (рис. 10, а, б), крепящийся к корпусу пневмоцилиндра с помощью болтов 4, отличается возможностью регулировать расстояние между зажимными элементами 1 и 3 сдвигом элемента 1, который крепится к штоку 5 болтами 6. На захвате установлен концевой выключатель 2, который дает роботу сигнал о захвате детали.

Для захвата покоробившихся деталей и увеличения надежности удержания заготовки без изменения усилия зажима применяют захваты (рис. 11, 12, а, б) с самоустанавливающимися зажимными элементами. Захват с неподвижным нижним зажимным элементом 2 (рис. 11) и самоустанавливающимся верхним элементом 1, закрепленным при помощи шарнирного подшипника 3, позволяет надежно захватывать деталь с сохранением позиционирования. Самоустанавливающиеся элементы 1 и 2 захвата на рис. 12, б (лист 68) могут поворачиваться относительно взаимно перпендикулярных осей.

Для привода в действие захватных устройств применяют и эластичные камеры 7 (рис. 13).

Захваты с эластичными камерами 2 (рис. 14, а) удерживают деталь 7 (рис. 14, а, б, в) под действием давления p воздуха или жидкости, подаваемых в камеру. Они применяются для переноса хрупких деталей неправильной формы, например бутылок 7 (рис. 14, в). Удержание деталей может осуществляться как за внутреннюю (рис. 15, а), так и наружную (рис. 15, б) поверхность. Для захватывания деталей 3а Наружную поверхность применяют также изгибающиеся эластичные камеры с разной жесткостью стенок (рис. 16, б): наружная стенка такой камеры имеет меньшую жесткость, чем внутренняя. При подаче сжатого воздуха камеры 7 (рис. 16, а) изгибаются, охватывают деталь 3 и прижимают ее к центрирующей призме 2.

Минимальное сдавливание деталей сложной формы при надежном удержании их обеспечивает захват АД. Перовского (лист 69, рис. 17). Эластичные камеры 7 переменной жесткости при подаче в них сжатого воздуха сгибают захватывающие элементы 3, состоящие из мягкой оболочки, заполненной шариками малого диаметра. При этом элементы 3 охватывают деталь 2, Фиксация захватывающих элементов в этом положении и обеспечение требуемой жесткости для удержания деталей осуществляются при создании вакуума в элементах 3.

Усилие захвата электромагнитных устройств (рис. 18, а, б) можно регулировать плавно электрически. Эти устройства просты конструктивно, имеют большую точность базирования благодаря жесткости магнитопровода, быстро захватывают детали, но пригодны только для захватывания магнитных материалов. Электромагнитное захватывающее устройство (рис. 18, а) имеет катушку 3, надетую на магнитопровод 2, закрепленный на корпусе 4. Последний перемещается в вертикальном направлении в обойме 7, прикрепленной к кронштейну 5. Пружина 6 обеспечивает безударное прикосновение захвата к детали.

При использовании постоянных магнитов (рис. 19, а) необходимы устройства для освобождения детали на позиции разгрузки. Так, например, на рис. 19, б приведена конструкция захвата с постоянными

магнитами 7 и магнито-проводами 8 для деталей с отверстиями. Корпус 3 имеет возможность перемещения в вертикальном направлении относительно кронштейна 4, который крепится к руке робота. Для базирования детали б применяется бобышка 1 с заходным конусом, изготовленная из немагнитного материала. При контактировании магнитопроводов с деталью б электрическая цепь (рис. 19, в) замыкается, сигнализируя о захвате. При установке детали на изделие бобышка 1 сначала упирается в изделие или в приспособление. Корпус 3, продолжая движение вниз, отрывает деталь от магнитопроводов 8 и с усилием, развиваемым пружиной, прижимает деталь к изделию. Между деталью и магнито-проводами образуется зазор 4 мм, который препятствует повторному захвату детали при подъеме руки робота.

Вакуумные захватные устройства просты и универсальны, пригодны для удержания деталей из разных материалов, однако имеют пониженную точность базирования из-за эластичности присосок из резины или пластика (лист 70, рис. 20, а). Разрежение обычно получают, пропуская воздух из цеховой сети через эжектор (рис. 20, б). Присоску, изображенную на рис. 20, в, можно закреплять под нужным углом благодаря шаровой опоре. Для удержания больших деталей или деталей, имеющих сложную форму, можно использовать различные устройства, содержащие несколько захватывающих элементов (рис. 21, 12, а...ж), меняя их расположение с помощью специальных устройств.

Захваты 3 или 5 (рис. 21) часто komponуют на общей раме 1. Расстояние между вакуумными элементами 3 (или электромагнитами 5), закрепленными на кронштейнах 2, можно регулировать болтами 4 (рис. 21).

Датчики положения сварочного инструмента (листы 71 ... 74).

При сборке изделий под сварку возникают погрешности, определяемые точностью изготовления и точностью позиционирования деталей, имеются и погрешности позиционирования руки робота при подаче сварочного инструмента к месту сварки и погрешности, возникающие при воспроизведении роботом заданной траектории движения электрода (сварочного инструмента) вдоль предполагаемой линии сварного соединения. Это нередко приводит к неточной укладке сварного шва, получению шва неправильной геометрии, непровару, что может снижать прочность сварного соединения.

Для направления сварочного инструмента по линии сварного соединения и стабилизации расстояния между сварочной горелкой и поверхностью изделия применяются различные датчики (лист 71, рис. 1), отличающиеся принципом действия. По способу отыскания линии соединения датчики разделяются на контактные и бесконтактные.

Контактные датчики могут снимать информацию о месте укладки шва, используя свариваемые кромки (рис. 2, а, б, г и 3, а, б), линию сплавления валиков или валика с кромкой (рис. 2, б) .

Контактные датчики с копируемыми роликами 2 (рис. 4) могут быть жестко соединены со сварочной горелкой 7 и непосредственно задавать положение электрода (рис. 4, а, б, и 8) или позволяют получать сигнал о линии соединения, который используется для смещения горелки в нужном направлении с помощью управляющих устройств (рис. 4, в). Наряду с непрерывным копированием линии соединения возможна корректировка положения горелки периодически, как это предусмотрено конструкцией пневмошупа "Motoman" (рис. 5 ... 8), разработанного специально для дуговой сварки плавящимся электродом в среде углекислого газа. К пневматическому датчику-шупу сварочная горелка крепится жестко (лист 72, рис. 8). В начале сварки горелка должна найти правильное исходное положение. При установке ее рукой робота в исходное положение погрешность корректируется действием усилия, возникающего при выдвигании шупа. Для этого сначала осуществляется разблокировка фиксирующего устройства 5 (рис. 7, а) снятием давления воздуха в кольцевой полости А и сдвиг корпуса 3 с шупом 1 в крайнее нижнее положение под действием пружины 4 и при подаче воздуха в полость В. Затем подачей воздуха в полость В выдвигается шуп до упора его в угол (рис. 7, б), в котором следует уложить шов. При этом корпус 3 с шупом 1 вместе со сварочной горелкой поворачивается относительно направляющей поверхности цилиндра б, закрепленного на руке робота. Этим осуществляется корректировка, обеспечивающая установку электрода на линию соединения.

Установление заданного вылета электрода происходит путем смещения корпуса 3 относительно направляющей поверхности цилиндра б снятием давления в полости В. При этом перемещение корпуса 3 ограничивается упором его кромки а (рис. 7, в) в поршень 7 шупа. Это правильное положение корпуса 3 с горелкой фиксируется подачей воздуха в полость А и прижатием элементов фиксирующего устройства 5 к цилиндру б (рис. 7, 8). Затем шуп втягивается внутрь корпуса под действием пружины 2 при снятии давления в полости В. Начинается процесс сварки. В процессе сварки возможна периодическая корректировка положения электрода аналогичным образом без прекращения горения дуги с остановкой движения руки робота на 300 мс. На качестве сварки такие остановки обычно не сказываются.

Электромеханический датчик (рис. 9, д) содержит копирующий элемент — шуп 1, который под действием пружин, пневмоцилиндров или собственной массы прижимается к копируемой поверхности с небольшой силой 1 ... 10 Н. Копирование осуществляется впереди места сварки или сбоку от него.

На рис. 9, а ... г показаны различные варианты преобразования механического сигнала в электрический. В фотоэлектрическом преобразователе (рис. 9, а) поворот шупа 1 в корпусе датчика смещает светодиод 2 относительно светочувствительных элементов 3; в электроконтактном преобразователе (рис. 9, б) поворот шупа 1 приводит к замыканию якорем 2 соответствующих групп контактов 3; в преобразователе резисторного типа (рис. 9, в) — к смещению движка 2 потенциометра 3; в дифференциально-трансформаторном преобразователе (рис. 9, г) — к перемещению сердечников 2 воспринимающих катушек 3. Полученный электрический сигнал используется для перемещения сварочного инструмента в нужном направлении.

Примером датчика такого типа является электромеханический двукоординатный датчик конструкции Института электросварки им. Е. О. Патона (рис. 9, д) с дифференциально-трансформаторными преобразователями, расположенными в корпусе 2. Для повышения износостойкости щуп 1 армирован твердосплавными пластинками. Корпус датчика и верхняя часть щупа охлаждаются водой. Датчик предназначен для слежения за боковой стенкой и дном разделки глубиной до 300 мм, а также для сварки обычных стыковых швов с разделкой и угловых швов. Датчик обеспечивает слежение с погрешностью, не превышающей $\pm 0,5$ мм.

При использовании электромеханических датчиков глубина разделки кромок, копируемой канавки или незаполненной части разделки должна быть не менее 3 мм (при качественной подготовке кромок и сборке — не менее 1,5 мм).

К бесконтактным датчикам относятся телевизионные, фотоэлектрические, индуктивные, индукционные, пневматические и др.

Телевизионные датчики 2 (рис. 10, а ... в) снимают информацию о движении сварочной горелки 1 при наличии контрастных линий или границ при подсветке их осветителем 3. Слежение возможно за линией стыка (рис. 10, а, б), за копирной линией или риской a (рис. 10, в), нанесенной параллельно свариваемой кромке, за границей "черное — белое" на копирной ленте, наклеиваемой на одну из кромок, за зазором, подсвечиваемым со стороны, обратной расположению датчика (рис. 10, а). Для получения контрастной линии можно окрашивать или зачищать до металлического блеска одну из свариваемых кромок. При слежении по стыку при сборке без зазоров для улучшения видимости на кромках снимают небольшие фаски.

Телевизионные датчики дают большой объем информации о положении и геометрических параметрах сварного соединения, современны и перспективны. Однако при использовании телевизионных датчиков возникают ложные сигналы, которые создают царапинки, риски и блики на поверхности свариваемых изделий, попадающие в поле зрения передающей камеры. Изменение освещенности поверхности, подсвечиваемой дугой при сварке, тоже отрицательно влияет на работу систем управления с теледатчиком. Наиболее резкие колебания освещенности поверхности наблюдаются при сварке в среде углекислого газа.

Условия применения фотоэлектрических датчиков аналогичны условиям применения телевизионных датчиков. Для получения сигнала контрастная линия a (лист 73, рис. 11) освещается источником света 2 через объектив 1. Отраженный световой поток в амплитудно-фазовой следящей системе У892 проходит через объектив 6, диафрагму 5 электромеханического модулятора, окуляр 4 фотоприемника и попадает на фоточувствительный слой фотоприемника 3. Величина смещения датчика с контрастной линии оценивается по углу сдвига фаз между сигналом, снимаемым с фотоприемника, и опорным напряжением. При использовании фотоэлектрических датчиков возникают трудности из-за тех же световых помех, которые мешают применению телевизионных датчиков.

Электромагнитные датчики получают информацию о стыке или поверхности изделия в результате изменения параметров магнитного поля, созданного самим датчиком. Их можно применять при сварке стыковых соединений. Ими можно измерять одновременно несколько параметров (смещение с линии соединения и расстояние до свариваемого изделия). Они пригодны при сварке магнитных и немагнитных металлов, малогабаритны; конструкция их проста.

Электромагнитные датчики подразделяются на индуктивные (рис. 12) и индукционные (рис. 13). В индуктивном датчике (рис. 12, а) при смещении $-x$: стыка от средней линии равенство магнитных потоков Φ_1 и Φ_2 и сопротивлений катушек L_1 и L_2 , нарушается, и возникает напряжение на дифференциальном выходе (клеммы 1 ... 3). Индуктивные датчики чувствительны к превышению кромок. Для увеличения точности работы индуктивных датчиков предложены конструкции с незамкнутым магнитопроводом (рис. 12, б), менее чувствительные к превышению кромок h .

Индукционные датчики содержат задающие обмотки W_1 , питаемые переменным током, и индикаторные обмотки W_2 , в которых наводится электродвижущая сила, пропорциональная смещению стыка относительно плоскости симметрии магнитной системы. Индикаторные обмотки могут располагаться как на среднем стержне магнитопровода (рис. 13, а), так и на крайних (рис. 13, б).

В Институте электросварки им. Е. О. Патона разработана гамма унифицированных по принципу действия бессердечниковых индукционных датчиков положения стыкового соединения (рис. 13, в), датчиков расстояния до поверхности изделия (рис. 13, г) и комбинированных (рис. 13, д), которые дают информацию одновременно о смещении Δy , Δz стыка и расстоянии h_i до изделия. На рис. 14, в ... з и 15, а ... г (лист 74) показано размещение датчиков 1 положения стыкового соединения, датчиков 2 расстояния до поверхности изделия и комбинированных датчиков 3 при сварке различных сварных соединений. В конце шва часть стыка на длине $X_{откл}$ (рис. 15, в, з) сваривается без слежения. Размещение индукционных датчиков и сварочной горелки на руке робота "Универсал-15М" показано на рис. 16.

Пневматические датчики (рис. 17) используют взаимодействие потока газа, вытекающего из сопла диаметром d_c с поверхностью изделия. Давление p газа в выходном сопле служит сигналом для управления сварочным инструментом. Величина сигнала сильно зависит от смещения датчика с кромки, от расстояния до середины зазора и расстояния до изделия. В пневматическом датчике дроссельного типа (рис. 17, а) воздух под давлением p_0 подается через дроссель диаметром $d_d = 0,25$ мм. Давление p на выходе пропорционально расстоянию до изделия x . Расстояние, контролируемое этим датчиком, измеряется десятками долями миллиметра. Поэтому его можно использовать только на чистых поверхностях. Струйный датчик (рис. 17, б) контролирует давление отраженной струи и может использоваться на расстоянии x до 6 мм.

Пневматические датчики (рис. 18) компактны и обладают хорошей чувствительностью. Их можно использовать для направления электрода по разделке, используя кромку (рис. 19, в) или зазор, для поддержания постоянным вылета электрода (рис. 19, б), при сварке в узкую разделку (рис. 19, в), при кон-

тактной точечной сварке (рис. 19, г). Датчик обеспечивает постоянство параметра α (рис. 19, а... г) при сварке.

Большой объем информации о расположении свариваемых элементов и форме наплавленного валика можно получить, используя лазерный луч.

Применение монохроматического освещения с помощью лазера уменьшает чувствительность к световым помехам при дуговой сварке и дает возможность получать остросфокусированный световой луч диаметром 0,3 ... 0,5 мм у поверхности свариваемых элементов. На горелке 3 (рис. 20) установлен двигатель 1 кругового сканирования луча полупроводникового лазера 2 мощностью 1 ... 10 Вт в импульсе. Информация о положении яркого светового пятна на поверхности изделия воспринимается другой оптической системой. За один поворот датчика вокруг горелки проводится около 200 измерений, дающих полную трехмерную модель сварного соединения в зоне вокруг места сварки. Эта модель позволяет определить: угол

разделки или угол между свариваемыми элементами, превышение кромок, форму наплавленного валика, расстояние между горелкой и поверхностью изделия, угол между осью горелки и линией соединения.

Общим недостатком рассмотренных выше различных типов датчиков является то, что они не обеспечивают контроля за блужданием электродной проволоки из-за ее искривленности или вследствие износа токоподвода.

Таким недостатком не обладают системы наведения с использованием дуги в качестве датчика (рис. 21). Эти системы основаны на изменении электрических параметров дуги (напряжения, сварочного тока, сопротивления) либо частоты коротких замыканий (при сварке плавящимся электродом в среде защитных газов) с изменением длины дуги во время смещения дуги к одной из свариваемых кромок или при увеличении расстояния между горелкой и поверхностью свариваемого изделия.

Более четкая информация о месте стыка достигается сканированием дуги (рис. 21) или электрода (рис. 22) поперек стыка.

Для сканирования дуги, питающейся от источника 1 (рис. 21), можно использовать электромагнит 4, который питается от своего источника 3. В блоке управления 2 происходит сравнение мгновенных значений сварочного тока и напряжения на дуге, соответствующих отклонению дуги вправо и влево. Разница в их величине при смещении электрода к одной из кромок разделки преобразуется в сигнал управления, который используется в корректуре горелки, или для коррекции движения руки робота.

Использование дуги в качестве датчика положения линии соединения позволяет получать информацию непосредственно в точке сварки, что исключает необходимость запоминания информации, и строить следящие системы без дополнительных устройств на сварочной горелке. Эти системы перспективны для использования в робототехнике.

Роботизированные технологические комплексы (листы 75 ... 80).

Роботизированными технологическими комплексами (РТК) называются снабженные роботами технологические ячейки, участки, линии. Компонировка РТК зависит от характера изделия и серийности его выпуска. При дуговой сварке в ряде случаев целесообразно разделять функции между механизмами перемещения сварочной горелки и манипулятором, служащим для перемещения свариваемого изделия (лист 75, рис. 1 и 2). При этом оба устройства работают по единой программе. Такой прием позволяет не только упростить кинематику и уменьшить число степеней подвижности самого робота, но и снизить требования к системе управления. На рис. 1, а, б приведены варианты использования робота с прямоугольной системой координат в сочетании с вращателем. Различные типы сварочных манипуляторов показаны на рис. 2 (а... г).

Целесообразно для позиционирования деталей использовать поворотные столы (лист 76, рис. 3) с двумя приспособлениями для сборки. В этом случае оператор работает в паре с роботом-сварщиком, они разделены свето- и брызгозащитным экраном. Оператор собирает изделие, которое поворотным столом подается на сварку, а после сварки возвращается для контроля, подварки и съема изделия. Такая компоновка позволяет ввести оперативный контроль качества и облегчает задачу внедрения РТК, так как дает возможность обходиться без накопителей и загрузочных устройств. Изделия могут быть достаточно сложными. Оператор может осуществлять подгонку при сборке с целью поддержания постоянства зазоров и устранения смещений положения сварных швов. Хотя оператор не избавляется от ручного труда, но его производительность при таком РТК увеличивается в 2,5 ... 3 раза, а условия работы облегчаются.

При использовании роботов можно идти по пути концентрации выполнения операций на одном рабочем месте, например, производя сварку всего собранного изделия, закрепленного на манипуляторе (рис. 4). Обработка изделий с одной установки сокращает вспомогательное время, способствует уменьшению сварочных деформаций и увеличивает точность изготовления изделия.

Расчленение операций с помощью использования многи-позиционных столов, конвейера (рис. 5 и лист 77, рис. 6) позволяет увеличить темп изготовления деталей, упростить программу и работу роботов. Однако в этом случае возрастают затраты на установку, закрепление и транспортировку деталей.

Для обеспечения полной загрузки сварочного робота целесообразно использовать РТК с несколькими сборочно-сварочными приспособлениями (вращателями, манипуляторами изделия). На рис. 7, (лист 77), 8 (лист 78), 11 (лист 79) и 12 (лист 80) представлены варианты РТК для сварки различных изделий 3. Каждый робот 1 со своей рабочей зоной А имеет расположенные на участке сварочное оборудование 5, устройства управления роботом и устройство 4 управления вращателем 2.

На рис. 7, а ... в (лист 77) представлены РТК с вращателями 2, расположенными на двухпозиционном поворотном столе. Изделие 3 при сварке вращается вокруг горизонтальной или вертикальной оси. Передача изделия с позиции сборки на позицию сварки и обратно происходит поворотом стола вокруг вертикальной оси. При сварке изделий длиной более 1200 мм передачу изделия с позиции сборки на по-

зицию сварки и обратно более целесообразно осуществлять поворотом приспособления вокруг горизонтальной оси (рис. 7, в).

Варианты РТК с неподвижно установленными роботами, представленные на рис. 7 ... 10, предназначены для сварки изделий, свариваемые швы которых размещаются в рабочей зоне А робота 1.

РТК, показанный на рис. 8, а, состоит из двухпозиционного поворотного стола б с двумя горизонтальными вращателями изделий 3 и вращателя 2, имеющего две взаимно перпендикулярные оси вращения изделий. Этот РТК может сваривать одновременно изделия различных типов.

РТК на рис. 8, б имеет два одинаковых вращателя 2 с двумя взаимно перпендикулярными осями вращения изделия 3.

РТК, представленный на рис. 9, имеет вращатели 3 с двумя осями вращения: вертикальной — для вращения планшайбы 2, к которой крепится изделие, и наклонной — для вращения планшайбы вместе с изделием. Причем планшайба смещена с наклонной оси для уравнивания массы изделия с планшайбой относительно оси вращения. Сварочный полуавтомат 5 для уменьшения нагрузки на руку робота установлен отдельно от робота 1, на консоли б, прикрепленной к сварочному источнику питания 7. Стойки управления 8 и пульт управления 4 расположены вне рабочей зоны робота.

На рис. 10 (лист 79) показан вариант РТК фирмы "Нокиа" (Финляндия). РТК оснащен поворотно-наклоняюще-мися вращателями б с пневматическими зажимными приспособлениями 9 для крепления изделия 4. Робот 5 и вращатели закреплены на общем основании 8 так, чтобы изделия находились в рабочей зоне робота. Механизм 1 подачи проволоки сварочного полуавтомата закреплен на консоли. Имеется сварочный источник питания 2 и устройство 7 для очистки горелки от брызг. Стойки управления 11 с видеотерминалом 12 и пульт 10 управления работой РТК и вращателей расположены в зоне, недоступной для робота. РТК имеет защитное ограждение 5.

При сварке длинномерных изделий необходимо расширить рабочую зону А (рис. 11) робота. Поэтому применяют роботы, перемещающиеся вдоль изделия. На рис. 11 показан РТК, имеющий два стационарных вращателя 2, пульт управления 4 и оборудование 5. Одна из рабочих позиций поочередно используется для установки и съема изделия 3, в то время как на другой позиции робот 1 производит сварку.

Более универсальная схема показана на рис. 12 (лист 80). Робот 1 поочередно сваривает изделия различных типов и размеров. РТК оборудован вращателем 2 для сварки крупногабаритных изделий, двухпозиционным поворотным приспособлением 7 с двумя вращателями, смена которых осуществляется поворотом вокруг горизонтальной оси (см. лист 77, рис. 7, в), вращателем 6, осуществляющим поворот изделия относительно двух взаимно перпендикулярных осей (см. лист 76, рис. 4), пультами 4 и оборудованием 5 РТК.

Еще большее увеличение рабочей зоны достигается перемещением робота в двух направлениях: вдоль изделия и поперек изделия. Такая схема использована в РТК фирмы "Нокиа" (рис. 13). Робот 1 перемещается от изделия (до 2 м) и вдоль изделия (до 15 м). РТК имеет два одинаковых вращателя 6, в которых можно закреплять изделия 5, собранные в кондукторе 7, или изделия 5, собранные на прихватках. Вращатели и направляющие для перемещения робота собраны на жесткой сварной раме 4. РТК имеет устройство 3 зачистки сварочной горелки. Механизм подачи 8 обеспечивает подачу сварочной проволоки в горелку по шлангу на расстояние до 20 м. РТК имеет защитное ограждение 2.

При применении РТК необходимо соблюдение мер, которые бы обеспечили безопасность обслуживающего персонала. Аварийные ситуации РТК могут возникнуть из-за непредусмотренных движений робота во время обучения или автоматической работы. Основной целью мероприятий по технике безопасности является исключение возможности одновременного нахождения человека и механизмов робота в одном месте рабочего пространства. Это достигается остановкой робота при входе человека в рабочее пространство.

Отключение робота выполняется устройствами защиты, использующими контактные, силовые, ультразвуковые, индукционные, светолокационные и другие датчики. На рис. 14 показана система защиты со светолокационными датчиками 3, состоящими из светоизлучателей и фотоприемников, применяемых попарно. Пересечение светового луча при входе рабочего в опасную зону к станкам 1 приводит к остановке робота 2.

Примеры РТК для сборки и сварки изделий. Листы 81 ... 90.

Выбор типа и модели промышленного робота и компоновка РТК зависят от характера изделия и серийности его выпуска. В табл. 1 (лист 81) приведены характерные варианты организации РТК применительно к сварочному производству.

Сварка шестерни (см. табл. 1, вариант 1). При сварке шестерни (лист 81, рис. 1) используется РТК (рис. 3) в составе оператора-сборщика, манипулятора и сварочного робота. Сборка шестерни производится на отдельном рабочем месте. Затем оператор устанавливает собранную деталь на столик манипулятора, закрепляет ее и снимает после завершения сварки, предварительно подвергая визуальному контролю и подварке, если это необходимо. Для сварки использован робот с прямоугольной системой координат.

При сварке шестерни робот 2 (рис. 3) подает горелку в заданное положение, а манипулятор 1 совершает установочное перемещение изделия для выполнения каждого шва 1 ... 4 (рис. 2, а, б) и вращение изделия со сварочной скоростью. Механическая обработка собираемых деталей обеспечивает жесткие допуски на их размеры и взаимное расположение. Пространственная жесткость собранного на прихватках узла ограничивает перемещение в процессе сварки. Это облегчает получение качественного шва по программе, вводимой оператором в память робота при выполнении сварщиком первой детали с ручным управлением.

Изготовление кронштейна колеса (см. лист 81, табл. 1, вариант 2 а). Сборка и сварка выполняется РТК (лист 82, рис. 4), который обслуживается оператором-сборщиком, и состоит из робота с антропоморфной системой координат, поворотного стола с двумя вращающимися и наклоняющимися шайбами и полуавтомата, снабженного устройством, запоминающим пять различных режимов сварки. В процессе выполнения сварочного цикла можно использовать любой из них. Горелка закреплена на руке робота через пружинный элемент, предохраняющий ее от поломки в случае задевания за препятствие, а система управления предусматривает остановку робота в подобном случае.

При сборке кронштейна запасного колеса детали 1 и 2 (рис. 6, 7), а затем 3 и 4 оператор устанавливает на планшайбу поворотного стола и закрепляет зажимными приспособлениями, как условно показано стрелками на рис. 7. После завершения сборки нажатием кнопки оператор снимает ограничение действия системы управления роботом. Поворотом стола кронштейн подается на сварку. Планшайба наклоняется на 90 ° и поворачивается так, чтобы боковая поверхность оказалась в плоскости, близкой к горизонтальной. Оптимальной является траектория, показанная на рис. 5. В этом случае продолжительность цикла 2 мин при времени горения дуги 50 с, что составляет около 40 % продолжительности цикла. Остальные 60 % включают перемещения горелки от места укладки одного шва к месту укладки другого шва, отвод горелки, кантовку изделия, подвод горелки, поворот стола. Оптимальность выбранной траектории определяется минимальным числом кантовок, требующих отвода горелки, и холостыми движениями горелки. Возможным источником брака являются швы, приваривающие проушины 3. Эту деталь получают холодной штамповкой, и вследствие пружинения металла углы детали могут быть настолько различными, что из-за отклонения в позиционировании мест укладки швов приходится использовать датчики (см. листы 71 ... 74), корректирующие положение электрода.

Изготовление поперечины рамы грузового автомобиля (см. лист 81, табл. 1, вариант 2 б). На планшайбу манипулятора крепят сборочное приспособление с ручными или пневматическими зажимами (лист 83, рис. 9).

Полный цикл изготовления поперечины (рис. 8) осуществляется за два поворота стола. Съём готового узла выполняется с помощью манипулятора ШБМ-150. На первой позиции при горизонтальном положении планшайбы балку собирают из двух гнутых швеллеров, полученных методом горячей штамповки. При сборке возможен зазор в стыке до 2 мм и ошибка в позиционировании стыка ± 4 мм. По ТУ требуется обеспечить проплавление стыка не менее 50 % толщины. Несмотря на указанные выше отклонения поставленные требования удовлетворяются при сварке за один проход со скоростью 72 м/ч. После поворота планшайбы выполняется второй стыковой шов. Затем поворотом стола сваренная балка возвращается к оператору для установки кронштейна с помощью приспособления без прихватки. Поворот стола снова возвращает балку к сварочному роботу, который сначала ставит прихватки со стороны, противоположной той, где укладывается первый шов. Поскольку отклонения положения кронштейна достигают ± 5 мм, перед сваркой используется коррекция начального положения горелки относительно начальной точки шва при помощи пневмошупа (см. лист 71, рис. 6 и лист 72, рис. 7).

Изготовление кулачковой муфты (см. лист 81, табл. 1, вариант 3). РТК (лист 84, рис. 14) для сборки и сварки кулачковой муфты (лист 83, рис. 10, 11, а ... г) включает робот-сборщик, четырехпозиционный поворотный стол и сварочную установку. На каждой позиции поворотного стола имеется свободно вращающаяся конусная оправка. Робот-сборщик устанавливает диск (рис. 12) и втулку на конусную оправку, свободно поворачивающуюся на своей оси. Поворотный стол с шаговой подачей подает собранные детали на сварочную позицию, где располагается приводной шпиндель с конусной головкой 1 (рис. 12), скомпонованной со сварочными горелками 2. Шпиндель прижимается к собранным деталям, выбирает зазор между ними и приводит их во вращение со сварочной скоростью. Поданные в проектное положение горелки неподвижны, они выполняют круговой шов наклоненными электродами. В это время робот снимает готовую деталь на другой позиции поворотного стола и устанавливает новую пару деталей. Из-за малого времени сварки одной пары деталей требуется накопитель большой емкости. В качестве примера на рис. 13 (лист 84) представлен магазин с пятью накопителями 3 для каждой детали. Извлечение и подача одновременно двух разных деталей на место, откуда робот берет их поочередно для установки на позицию сборки, осуществляются поворотным кругом 1 из магазинов 2 и 4, которые после опорожнения очередного накопителя 3 поворачиваются.

Изготовление опоры подшипника (см. лист 81, табл. 1, вариант 4). Сборка и сварка опоры подшипника выполняются РТК, состоящим из робота-сборщика, робота-сварщика и сборочно-наладочной плиты. На рис. 15, а... з (лист 85) представлены различные конструкции сварных опор подшипника. Каждая из них имеет свои преимущества и недостатки и в зависимости от конкретных производственных условий может быть полезной. Применительно к изготовлению ее роботами более технологична конструкция опоры, представленная на рис. 15, з, состоящая из основания 1, стойки 2 и корпуса 3.

РТК (лист 86, рис. 18) имеет сборочно-наладочную плиту с двумя позициями: 4 и б. На позиции б установлен узел (лист 85, рис. 16) крепления основания, который имеет конусные фиксаторы 1 для приема основания опоры и рычажные захваты 2 для закрепления его, приводимые в движение пневмокамерой 3. На позиции 4 (лист 86, рис. 18) установлен узел (рис. 17) крепления корпуса 3 (рис. 18).

Робот-сборщик укладывает основание 1 на фиксаторы позиции б, затем ставит на него стойку 2, а робот-сварщик прихватывает стойку и затем сваривает детали 7 и 2. Во время обварки стойки 2 робот-сборщик снимает ранее сваренный узел с позиции 4 и устанавливает корпус 3. Затем робот-сборщик захватывает сваренные детали 7 и 2 на позиции б и, перевернув, устанавливает их на деталь 3 на позицию 4. Робот-сварщик ставит прихватки и выполняет шов. В процессе сварки робот-сборщик начинает выполнение цикла.

Изготовление фиксатора ограничителя двери (см. лист 81, табл. 1, вариант 5). РТК для сварки фиксатора ограничителя двери, состоящего из двух одинаковых деталей (лист 86, рис. 19) включает робот 2, (лист 86, рис. 20), вибробункер 1 и контактную сварочную машину 3. Подача деталей организована с помощью вибробункера (рис. 21), который загружают несколько раз в смену. Предварительное

упорядочение деталей при движении их по спирали бункера осуществляется путем сбрасывания обратно в бункер тех деталей, которые перекрывают друг друга (располагаются в два ряда) или у которых флажок направлен вниз. Это осуществляется с помощью выступов на стенке бункера и вырезов в полке спирали. Сложнее обстоит дело с ориентированием деталей, попавших на второй виток спирали, с флажком, расположенным вверх. С помощью струй воздуха неправильно ориентированные детали 2 (лист 87, рис. 22) и 3 (флажок сзади) по ходу движения раворачиваются на 180°, а правильно ориентированные детали 1 проходят без задержки. Это вдвое увеличивает производительность питания. В конечном положении деталь на выходном лотке по команде бесконтактного датчика фиксируется прижимом 1 (рис. 23). Схват робота вилочного типа с пластинчатой пружиной 1 (рис. 24) захватывает первую деталь, выносит ее, преодолевая силу прижима, и устанавливает в ложемент (рис. 25) контактной сварочной машины. Затем робот захватывает вторую деталь и с поворотом на 180° укладывает ее на первую в ложемент контактной сварочной машины. После этого робот подает команду на включение сварочной машины.

Сварочная машина оснащена двумя электродами 1 (рис. 25). Точечная сварка выполняется за один ход машины, надежность сварки обеспечивается наличием рельефных выступов *a* на деталях. После сварки деталь удаляется в два этапа. Сначала она поднимается с ложемента штоком 2 пневмоцилиндра, затем сдувается воздухом в сторону от машины, где установлена тара. Такая схема позволяет избежать прилипания к электродам и исключает опасность повторного попадания детали в ложемент.

В этом РТК использован робот МП-9С с цикловой системой управления, вибробункер и контактная сварочная машина МТП-150. Цикл РТК - 7 с. РТК внедрен на ЗИЛе.

Изготовление пластины для навески капота (см. лист 81, табл. 1, вариант 6 в) . РТК состоит из робота, магазинного устройства и сварочной машины.

Пластина (лист 87, рис. 26) для навески капота этим комплексом собирается и сваривается с четырьмя винтами. Винты с помощью четырех наклонных лотков 1 (рис. 27) цилиндрическими направляющими 2 подаются в устройство 3, ориентирующее винты с помощью струи воздуха (лист 88, рис. 28). Общая схема РТК показана на рис. 29. Пластины подаются из накопителя в сборочное устройство с помощью шибера. После попадания пластины на позицию сборки в ее отверстия ориентирующим устройством устанавливаются четыре винта. В собранном виде пластина захватывается охватом робота. Схват оснащен подпружиненными прижимами, удерживающими винты от выпадения. После укладки деталей непосредственно в рабочую зону сварочной машины схват убирается. Последовательность движения обеспечивается путевой автоматикой робота МП-9С и датчиками, сообщающими системе управления о выполнении тех или иных команд периферийным оборудованием.

Изготовление тяги акселератора (см. лист 81, табл. 1, вариант 6 б). Тягу акселератора (лист 88, рис. 30) сваривают из двух деталей — скобы и тяги, имеющих неудобные для накопления формы. Поэтому их вручную загружают на склизы 1 и 2 (рис. 31) вместимостью 20 ... 30 деталей. Скоба, поступающая со склиза, подается на место сборки по направляющим 3 толкателем 4. Так как со склиза 2 тяга поступает загнутым концом вниз, ее поднимают (лист 89, рис. 32) и поворачивают на 180° (рис. 33). Затем происходит захват собранных деталей плоскими губками схвата робота 2 (рис. 35) и перенос с позиции 1 сборки в ложемент сварочной машины 3 без потери ориентировки. Контактная сварка (рис. 34) производится одновременно в двух точках.

Изготовление крышки пробки топливного бака (см. лист 81, табл. 1, вариант 6 в). Крышку пробки топливного бака (лист 89, рис. 36) сваривают из двух деталей, имеющих форму тарелок. Они хорошо складываются в стопку, поэтому для накопления и подачи их в положение захвата роботом 3 (рис. 37) применены два одинаковых подъемника 1, перемещающих стопки деталей на шаг после каждого цикла РТК таким образом, что уровень верхней детали остается постоянным. Детали помещают в кассеты, и загрузка накопителей 2 сводится к замене кассет. Схват содержит два электромагнита 1 и 2 (рис. 38). Робот 1 (рис. 40) захватывает деталь электромагнитом 1 (рис. 38) из одной стопки, затем электромагнитом 2 из другой и в собранном виде подает на контактную сварочную машину 2 (рис. 40). Сварочная машина 2 имеет четыре независимых пистолета 1 (рис. 39) и один нижний электрод 2 и производит сварку в четырех точках одновременно. После сварки робот захватывает и уносит узел, сбрасывая его на транспортер 3 (рис. 40).

Изготовление карданного вала (см. лист 81, табл. 1, вариант 6 г). РТК для сборки и сварки карданного вала состоит из робота-сборщика, магазинного устройства и машины для сварки трением. Чертеж карданного вала показан на рис. 3 листа 222.

Робот осуществляет захват головки 1 (лист 90, рис. 41) карданного вала из магазинного устройства, выдающего детали в строго ориентированном положении, и устанавливает ее в патрон машины для сварки трением.

Сложная форма головки карданного вала требует предварительного ориентирования, что осуществляется с помощью наклонного лотка 2 соответствующего профиля, в который оператор загружает головки вручную. Поштучная выдача головок производится отсекателем 3, приводимым в движение штоком 6 пневмоцилиндра. При движении штока вперед упор 4 освобождает крайнюю деталь, которая скользит до упора 5. Остальные детали в лотке продвигаются до упора 7. При возврате штока 6 упор 7 пропускает очередную деталь до упора 4. Окончательное позиционирование головки с заданием положения оси отверстия осуществляется зажатием головки 1 конусными захватными устройствами 8 на подшипниках качения, которые приподнимают головку и позволяют ей под действием силы тяжести принять вертикальное положение. Из этого положения рука робота захватывает головку за нижний цилиндрический поясик и после освобождения от конусных захватов подает в патрон машины для сварки трением.

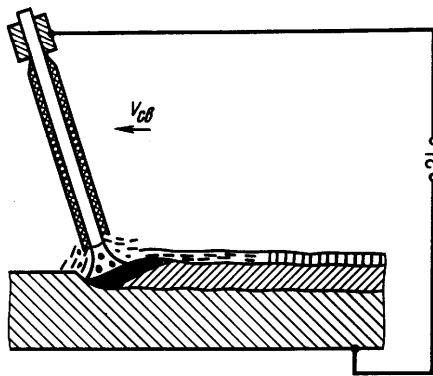


Рис.1. Сварка покрытым электродом

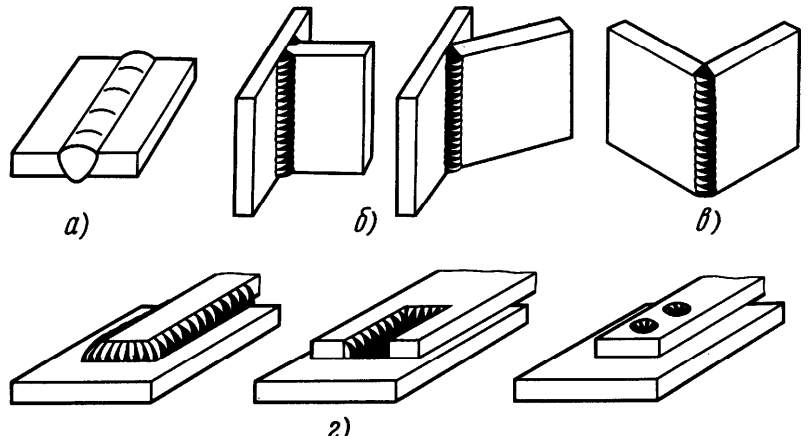


Рис.2. Типы сварных соединений

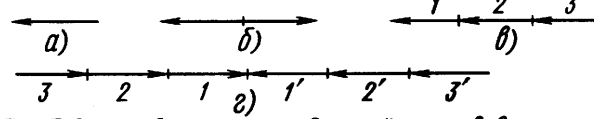


Рис.3. Схемы выполнения однослойных швов

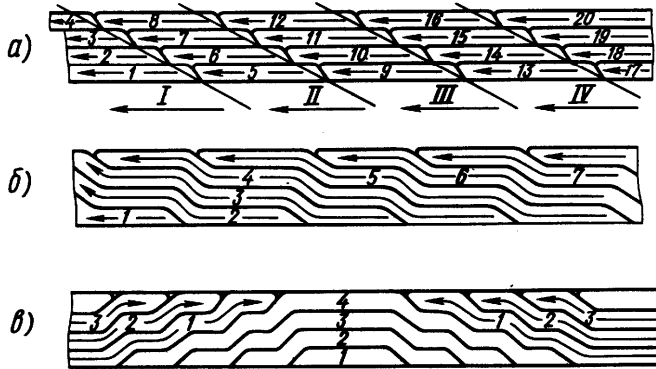


Рис.4. Схемы выполнения многослойных швов

Направление движения дуги

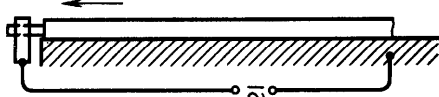


Рис.5. Схемы сварки лежачим электродом

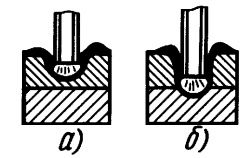
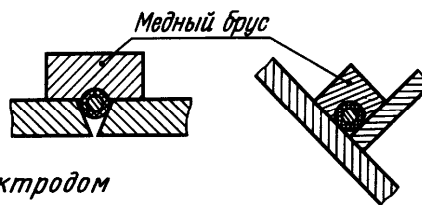


Рис.8. Различные стадии процесса точечной дуговой сварки

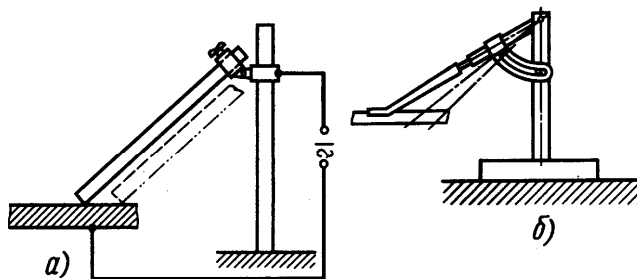


Рис.6. Схемы сварки наклонным электродом

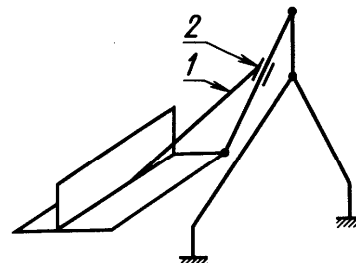


Рис.7. Принципиальная схема установки «Огонек-3»: 1 - электрод; 2 - каретка

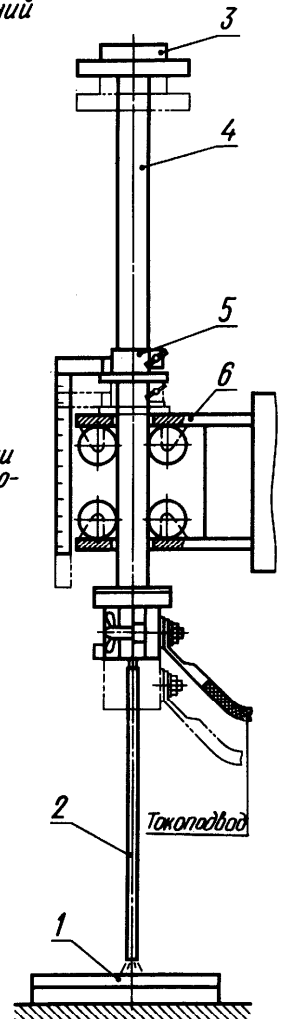


Рис.9. Схема установки для точечной дуговой сварки

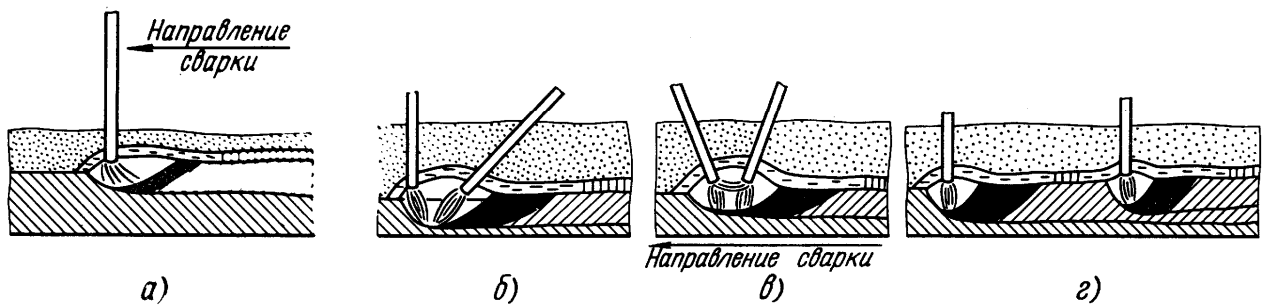


Рис. 1. Схемы автоматической дуговой сварки под флюсом: а—одной дугой; б—двумя дугами в общую ванну; в—трехфазной дугой; г—двумя дугами в отдельные ванны

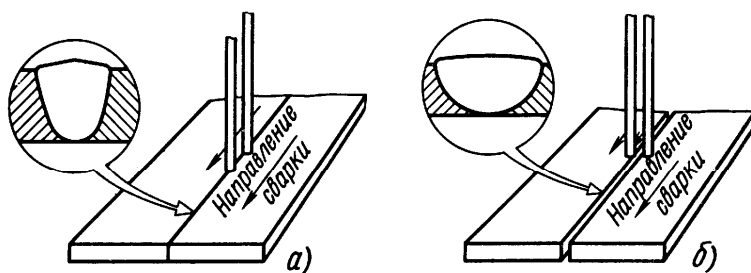


Рис. 2. Схемы сварки расщепленным электродом

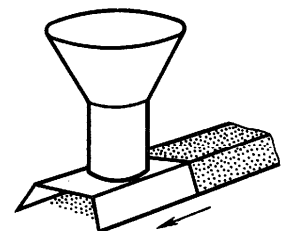


Рис. 3. Дозатор флюса при сварке по флюсу

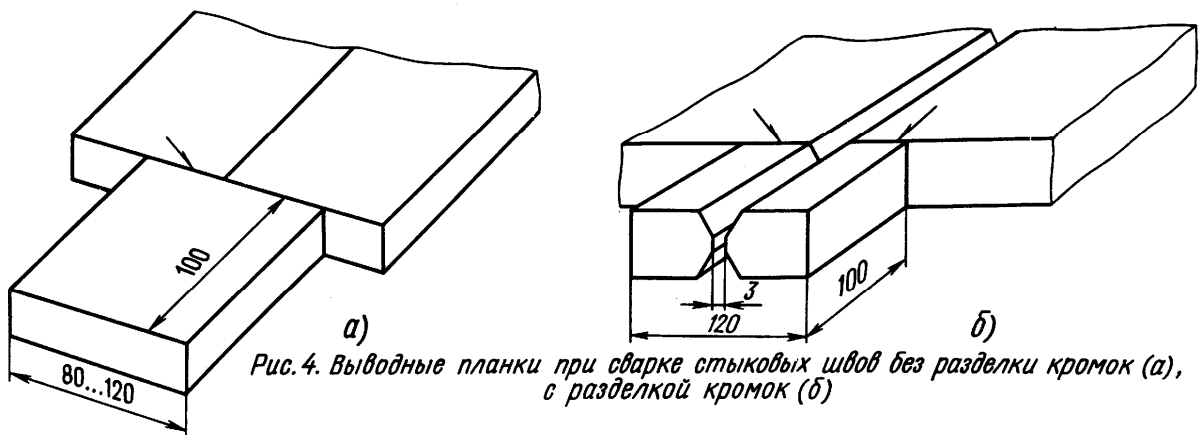


Рис. 4. Выводные планки при сварке стыковых швов без разделки кромок (а), с разделкой кромок (б)

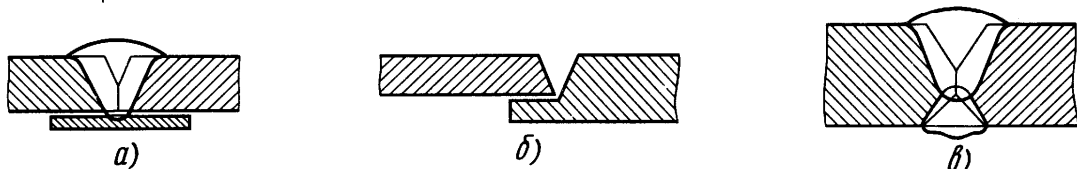


Рис. 5. Стыковой шов: а—на остающейся стальной подкладке; б—соединение в замок; в—по ручной подварке

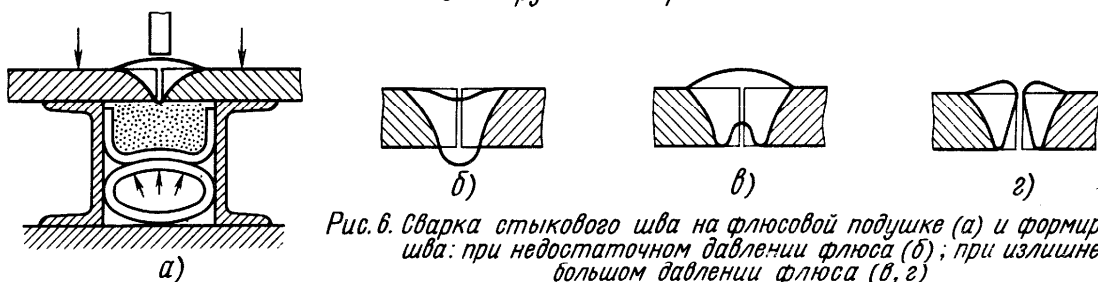


Рис. 6. Сварка стыкового шва на флюсовой подушке (а) и формирование шва: при недостаточном давлении флюса (б); при излишке большом давлении флюса (в, г)

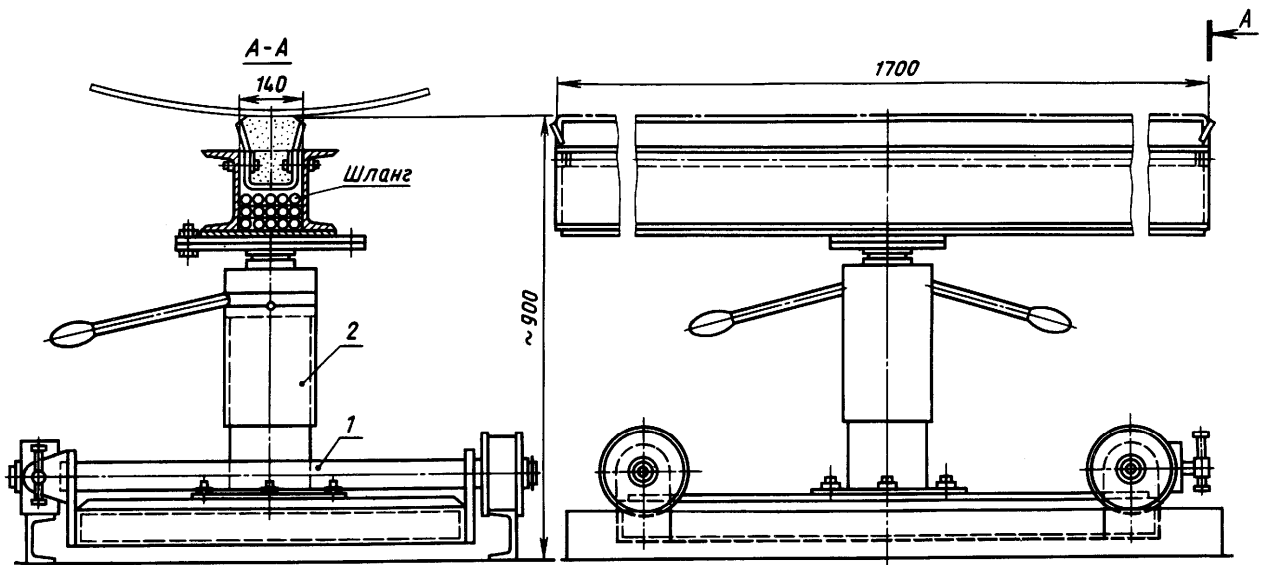


Рис. 7. Тележка с флюсовой подушкой для продольных швов

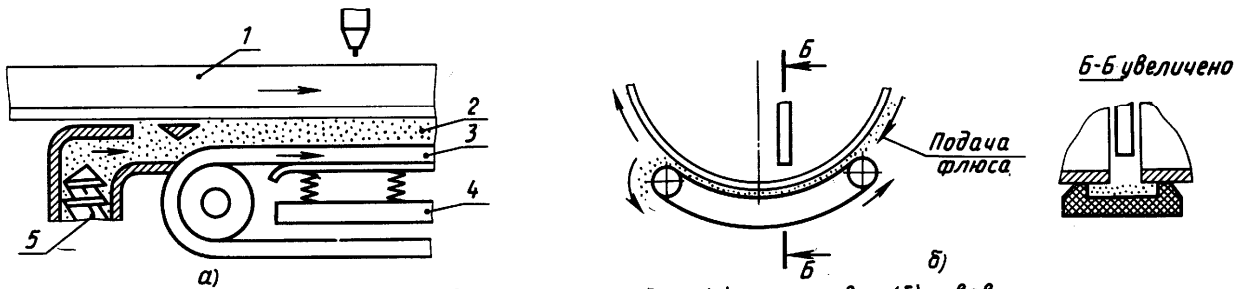


Рис. 8. Флюсоремная подушка для сварки прямолинейных (а) и кольцевых (б) швов

Схема	Зазор между	
	подкладкой и листом	листами
	Нет	Нет
	Нет	Есть
	Есть	Нет
	Есть	Есть
	Нет, подкладка прижата	Есть

Рис. 9. Сварка на медной и флюсомедной подкладках

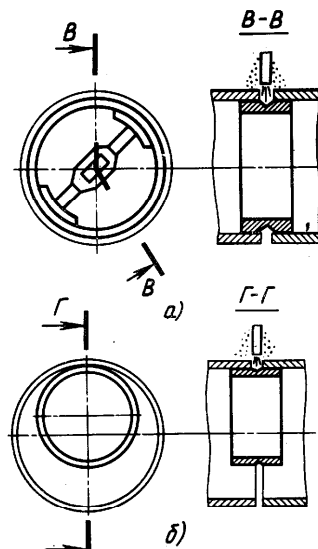


Рис. 10. Флюсомедные подкладки для сварки кольцевых швов: а - неподвижная; б - перекачиваемая

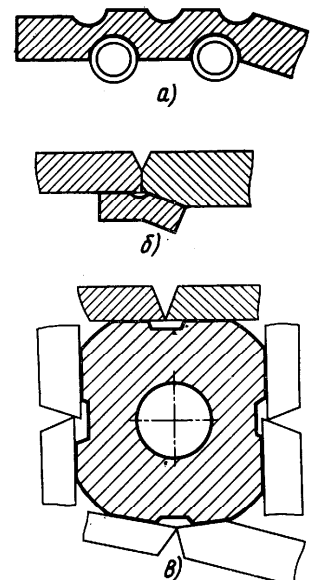


Рис. 11. Медные охлаждаемые подкладки многоцелевого назначения

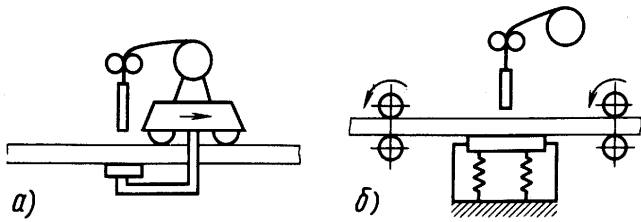


Рис. 12. Скользящие медные подкладки

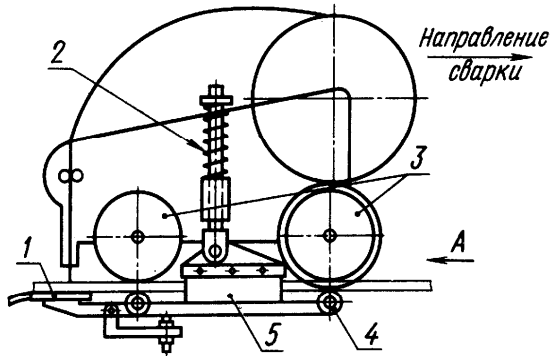


Рис. 13. Схема трактора для дуговой сварки

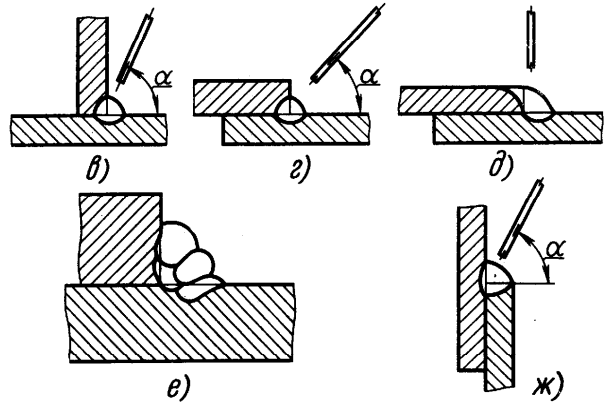
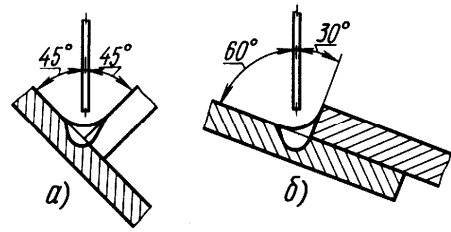


Рис. 14. Сварка угловых швов

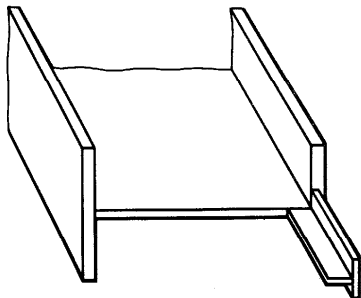


Рис. 15. Выводные планки при сварке угловых швов

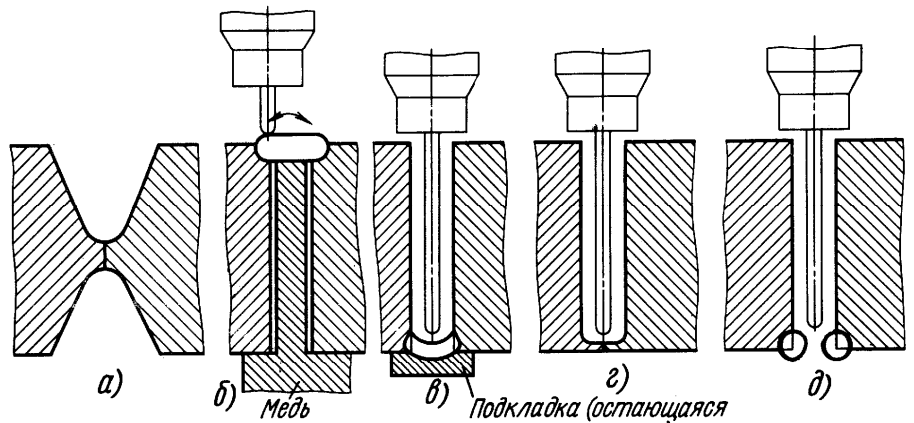


Рис. 16. Подготовка кромок под многослойную сварку: а—обычная разделка; б...д—щелевая

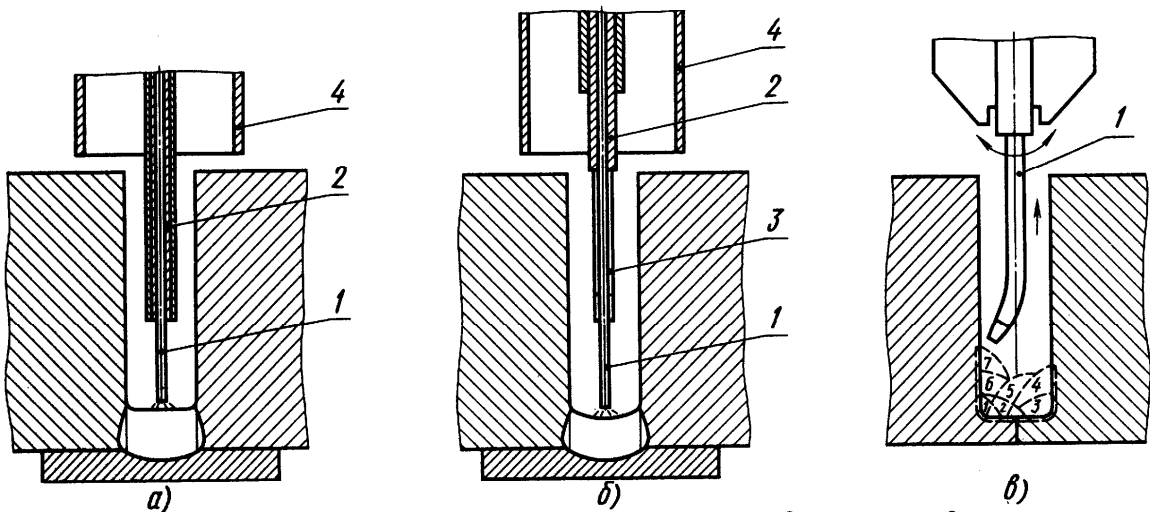


Рис. 17. Схемы подачи электродной проволоки в сварочную ванну

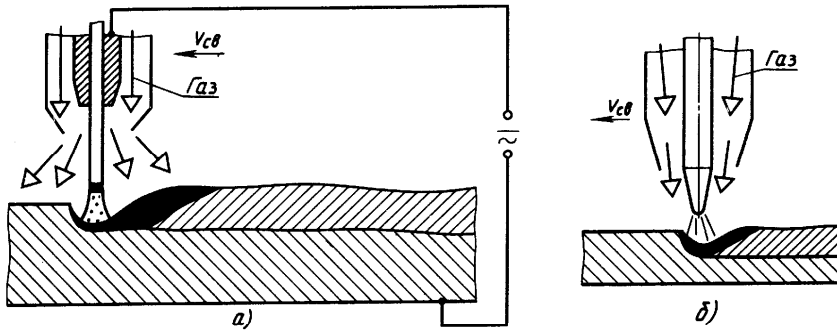


Рис.1. Схемы сварки в защитном газе плавящимся (а) и неплавящимся (б) электродами

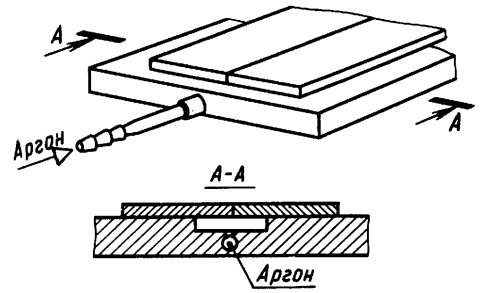


Рис.3. Подкладка с подачей аргона для защиты обратной стороны шва

Эскиз	Толщина свариваемых листов, мм	Ширина канавки b , мм		Высота канавки h , мм
		для продольных швов	для кольцевых швов	
	0,8...1,5	4...6	5...10	0,5
	1,5...3,0	6...8	7...10	0,8

Рис.2 Размеры канавок подкладок, используемых при дуговой сварке жаропрочных сталей в среде защитных газов

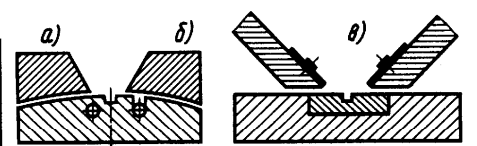


Рис.4. Зажимное устройство для стыковых швов: а-с охлаждающим каналом; б-с охлаждающей трубкой; в-с медными накладками и подкладкой

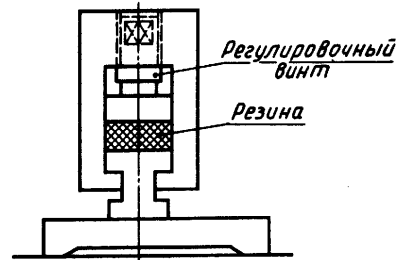


Рис.5. Прижимы с резиновыми прокладками

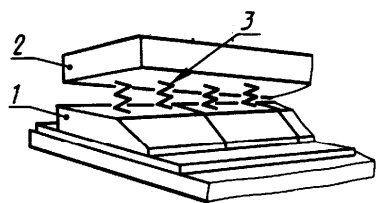


Рис.6. Прижимы с пружинами

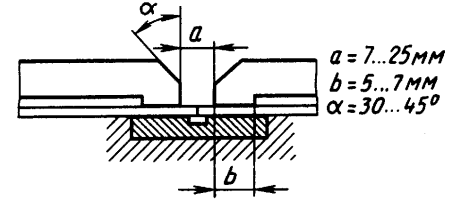


Рис.7. Положение прижимных пластин при сварке

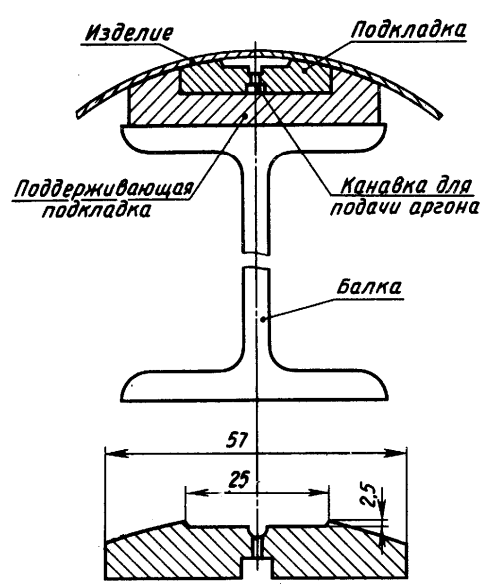


Рис.8. Конструкция подкладки для сварки продольных швов тонколистовых оболочек

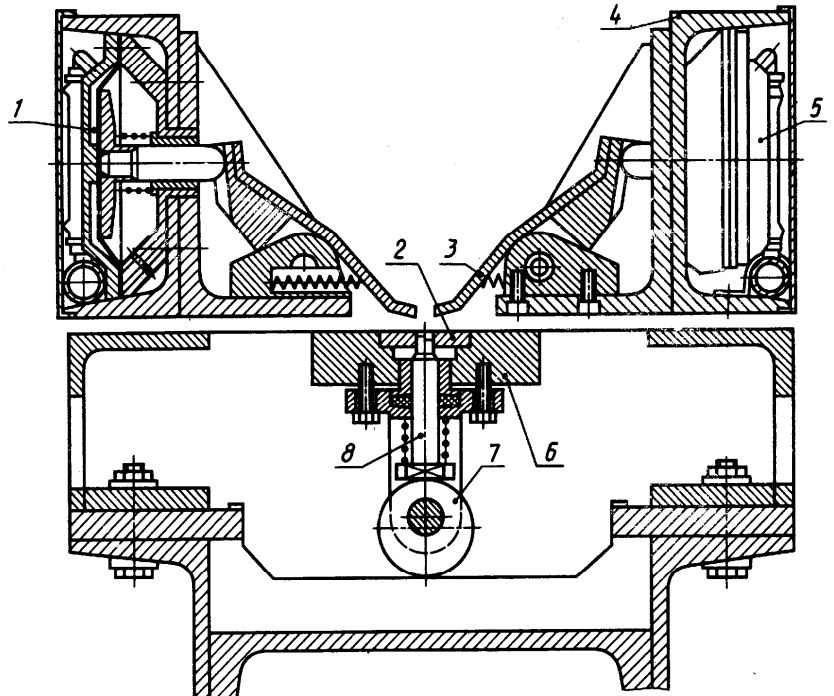


Рис.9. Приспособление пневмодиафрагменного типа для автоматической сварки прямолинейным швом

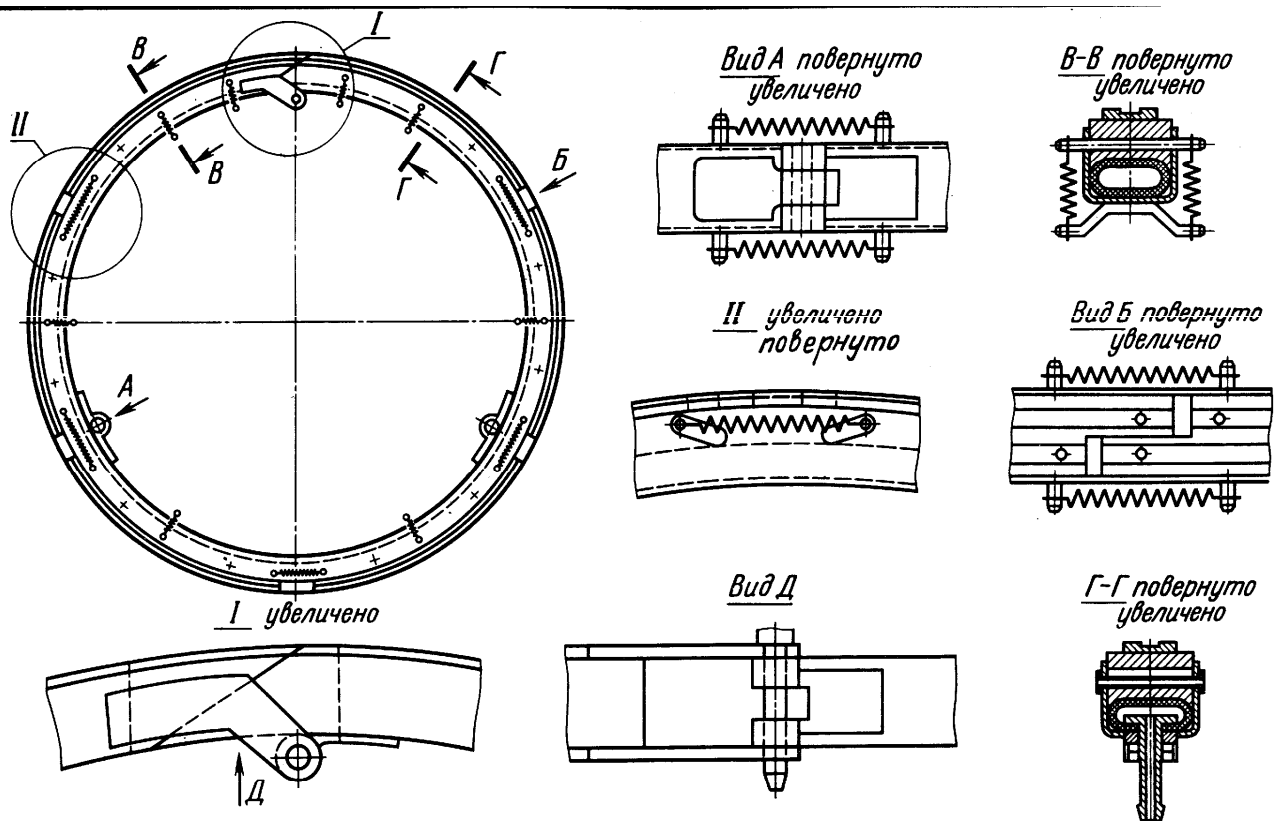


Рис. 10. Распорное кольцо пневмошлангового типа для сварки кольцевых швов

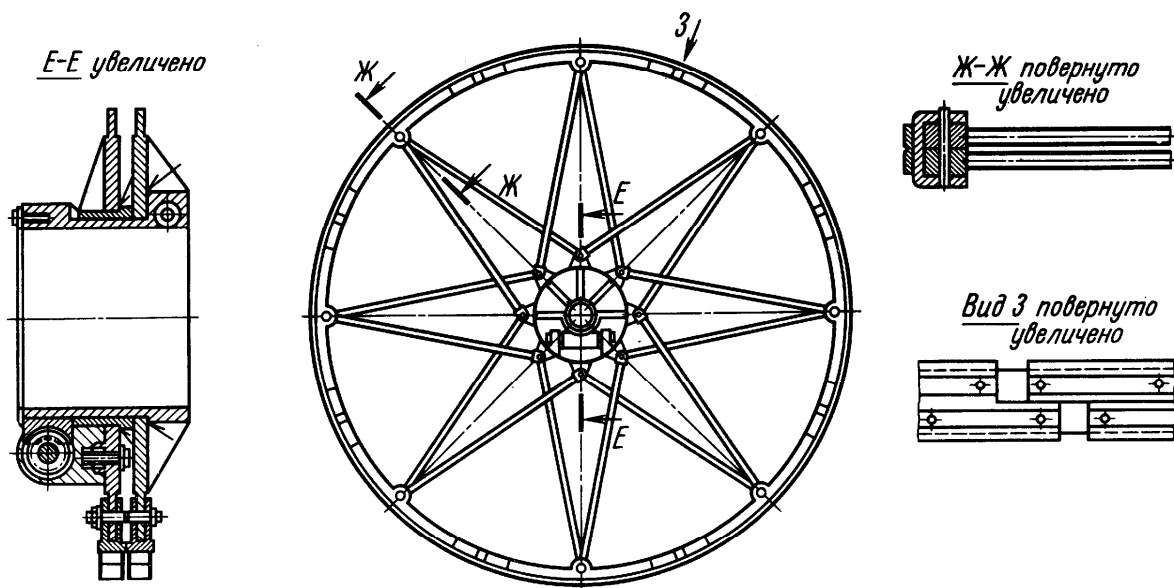


Рис. 11. Распорное кольцо рычажного типа

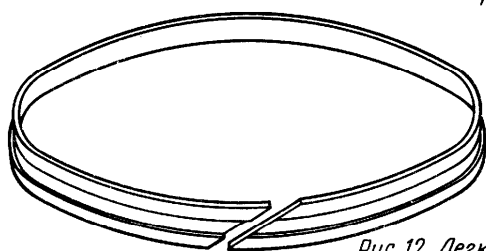


Рис. 12. Легкое подкладное кольцо для сварки кольцевых швов

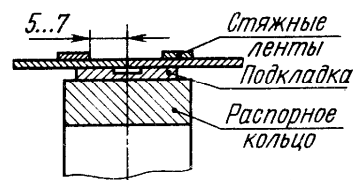


Рис. 13. Сборка обечаек под сварку кольцевых швов

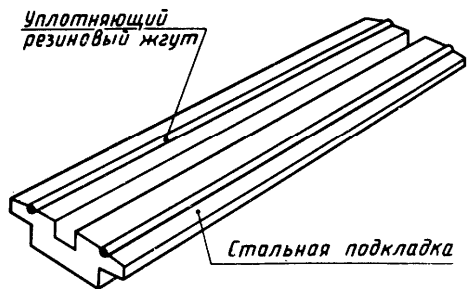


Рис. 14. Детали уплотнения для защиты обратной стороны сварного шва

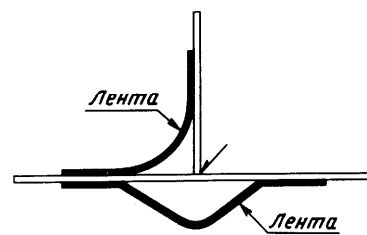
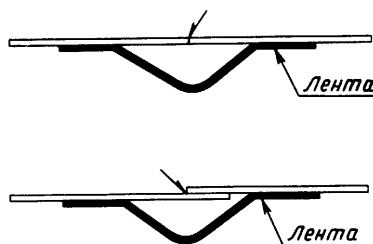


Рис. 15. Схемы подклейки «карманов» из газонепроницаемого материала

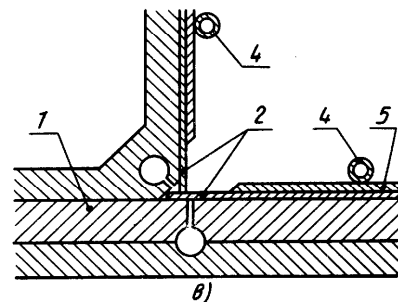
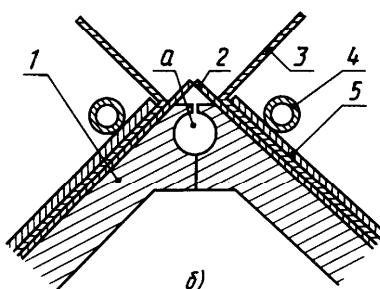
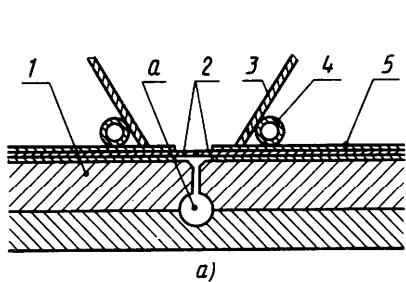


Рис. 16. Охлаждение и защита обратной стороны шва сварных соединений: а-стыкового; б-углового; в-таврового

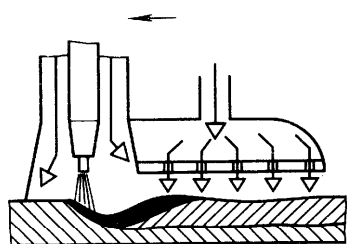


Рис. 17. Схема сопла горелки для сварки титана

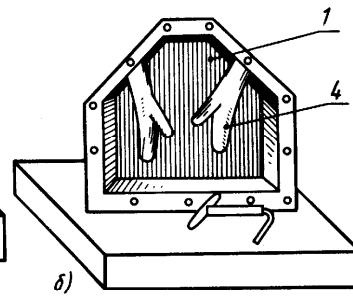
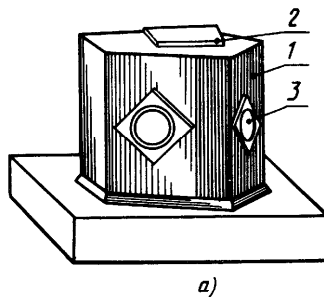


Рис. 18. Передние стенки камер с контролируемой атмосферой

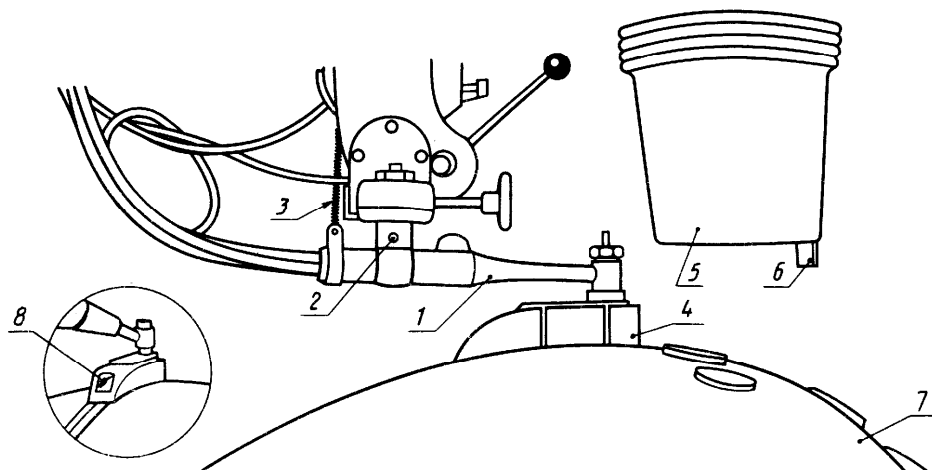


Рис. 19. Установка для механизированной аргодуговой сварки деталей с криволинейным контуром

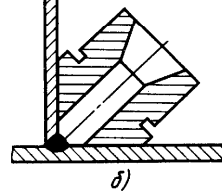
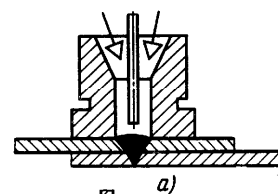


Рис. 20. Насадки на сопло для дуговой точечной сварки

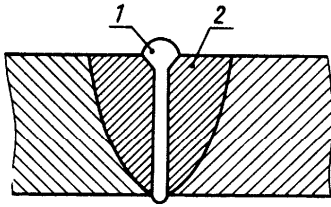


Рис. 1. Форма шва при электронно-лучевой (1) и аргонодуговой (2) сварке

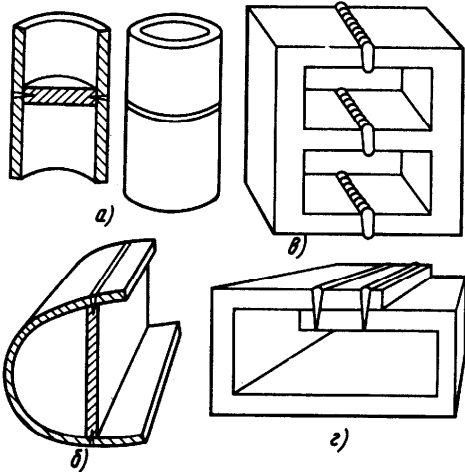


Рис. 2. Конструкции, выполненные прорезными швами

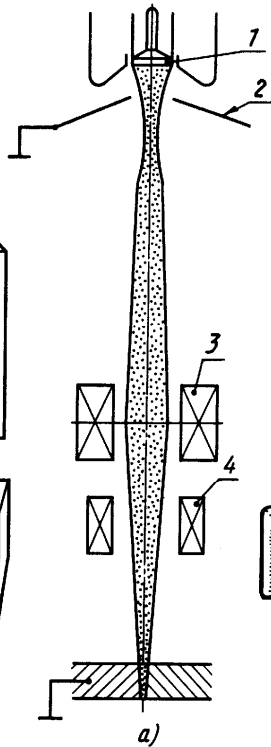


Рис. 3. Сварочная электронно-лучевая установка

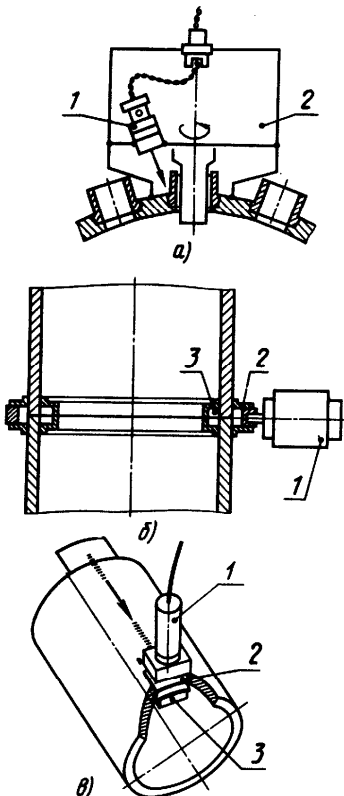


Рис. 4. Электронно-лучевая сварка в локальном (а-б) и мобильном (в) вакууме

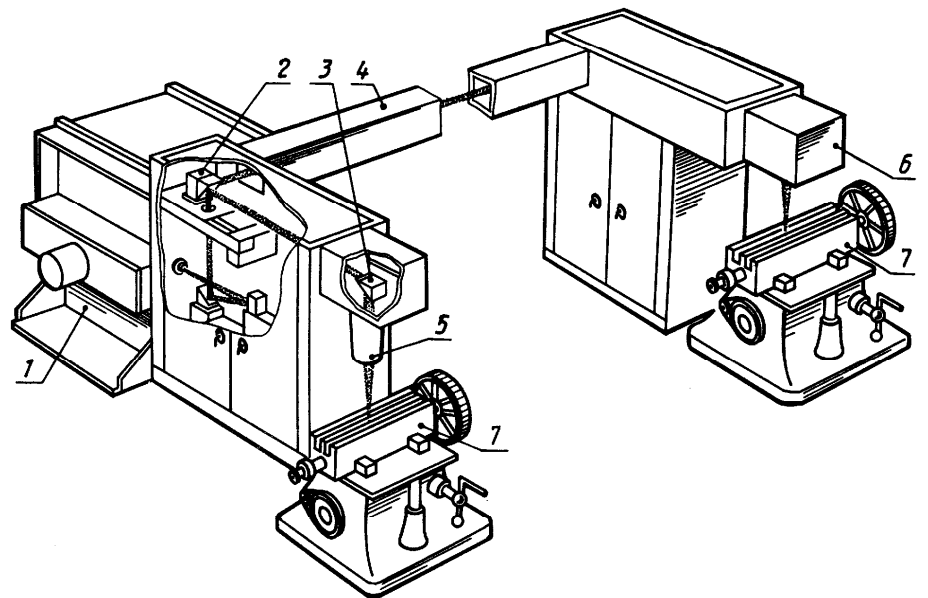


Рис. 5. Схема мощной лазерной установки для сварки и термообработки

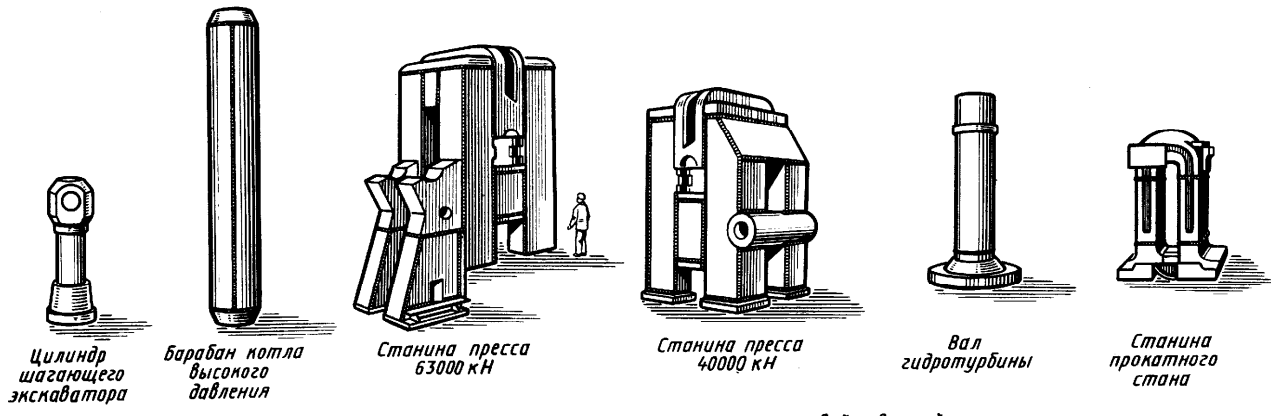


Рис. 1. Примеры конструкций, сваренных электрошлаковой сваркой

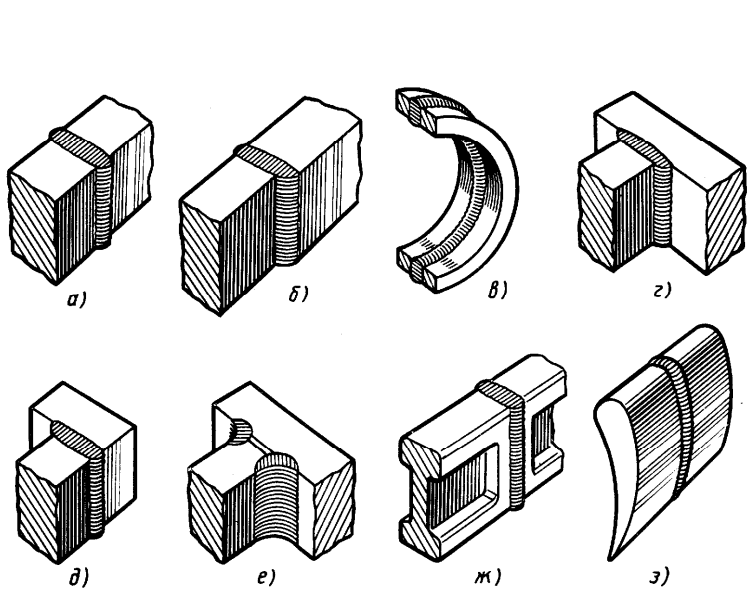


Рис. 2. Виды сварных соединений, выполняемых электрошлаковой сваркой

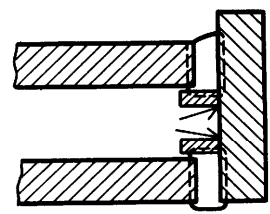


Рис. 3. Электрошлаковая сварка с остающейся стальной подкладкой

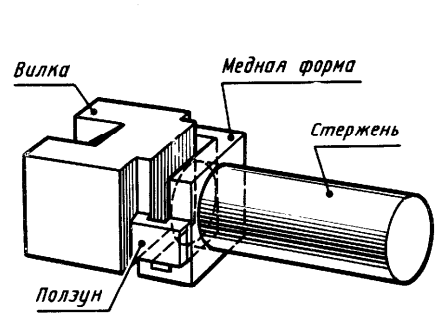


Рис. 4. Пример медной охлаждаемой формы для электрошлаковой сварки

Шлакоудерживающая манжета (медная, охлаждаемая ;
стальная остающаяся; огнеупорный кирпич с отверстием)

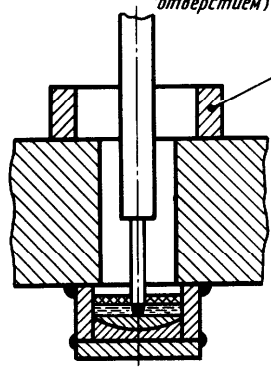


Рис. 5. Схема заварки сквозного отверстия электрошлаковым способом

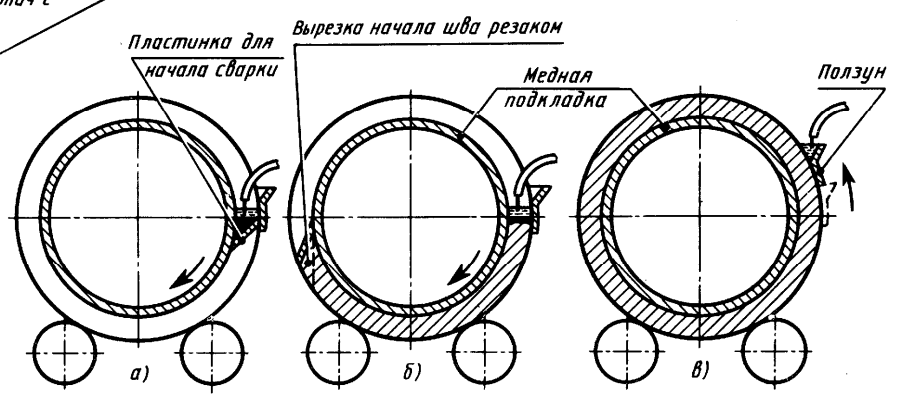


Рис. 6. Схема электрошлаковой сварки кольцевых швов

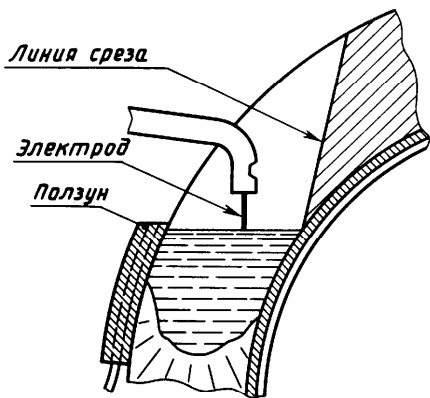


Рис. 7. Замок кольцевого шва

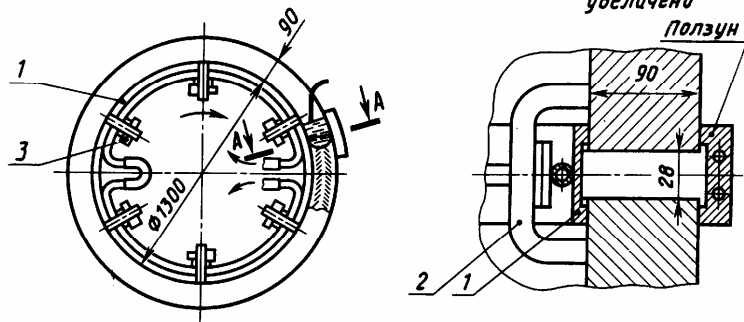


Рис. 8. Кольцевой стык

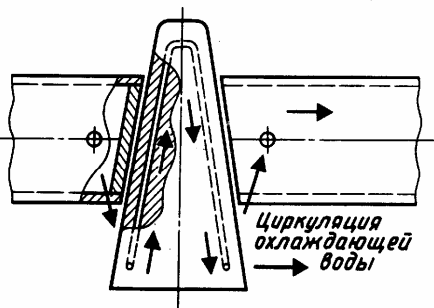


Рис. 9. Схема клинового соединения стыка внутреннего формирующего кольца

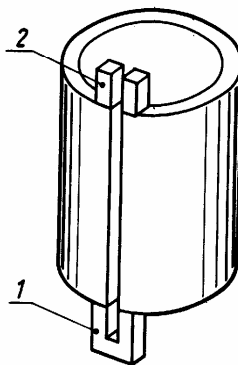


Рис. 10. Начальные (1) и выводные (2) планки, применяемые при электрошлаковой сварке

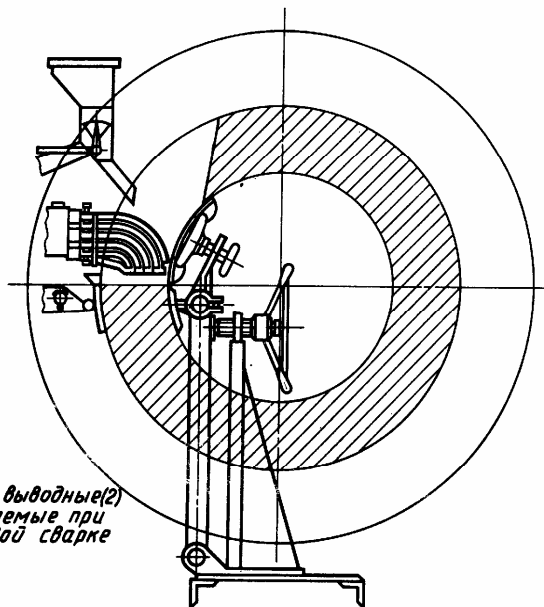


Рис. 11. Сварка вала с применением внутреннего ползуна

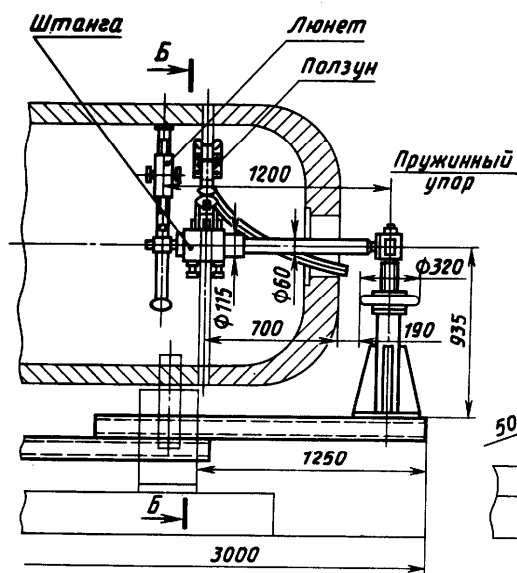


Рис. 12. Сварка сосуда с применением внутреннего ползуна

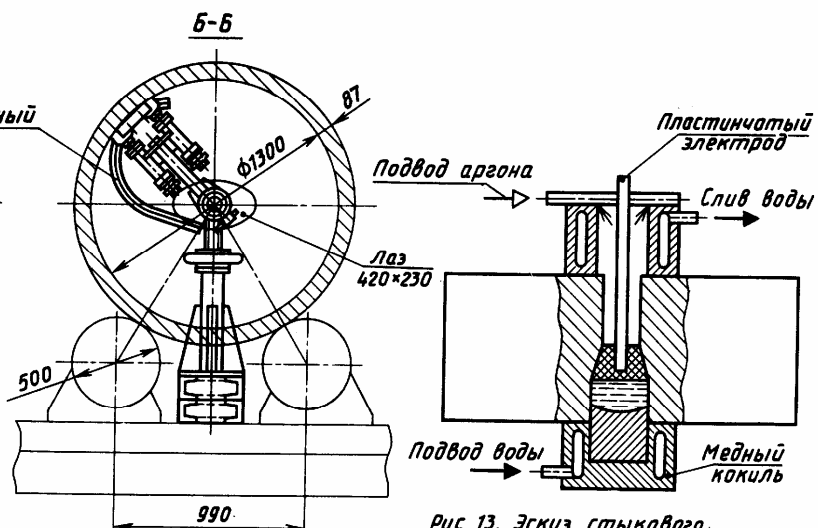
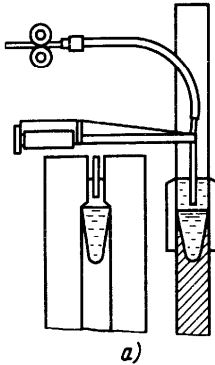


Рис. 13. Эскиз стыкового соединения поковок из титана с медным кокилем, охлаждаемым водой

Одноэлектродная
сварка



Трехэлектродная сварка
с колебаниями

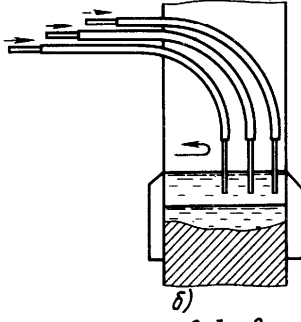


Рис. 14. Схема процесса электрошлаковой сварки

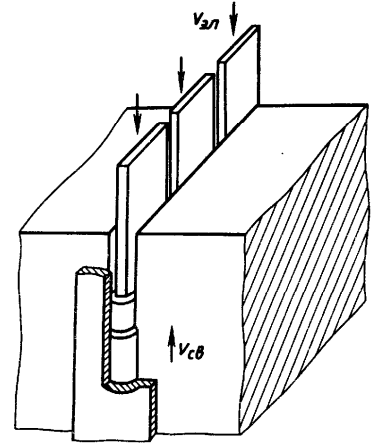


Рис. 15. Схема электрошлаковой
сварки пластинчатыми
электродами

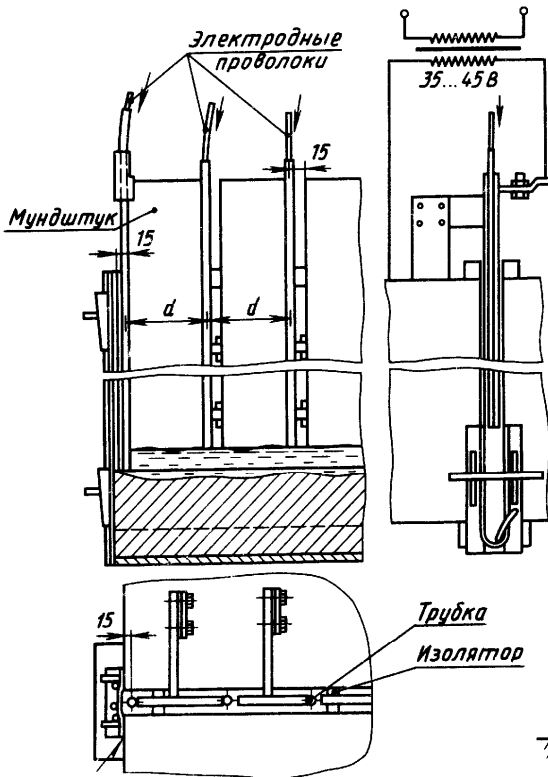


Рис. 16. Схема электрошлаковой сварки
плавящимся мундштуком

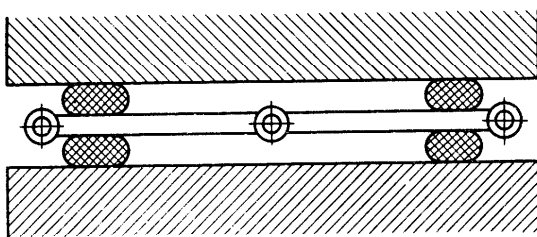


Рис. 17. Расположение изоляционных
прокладок

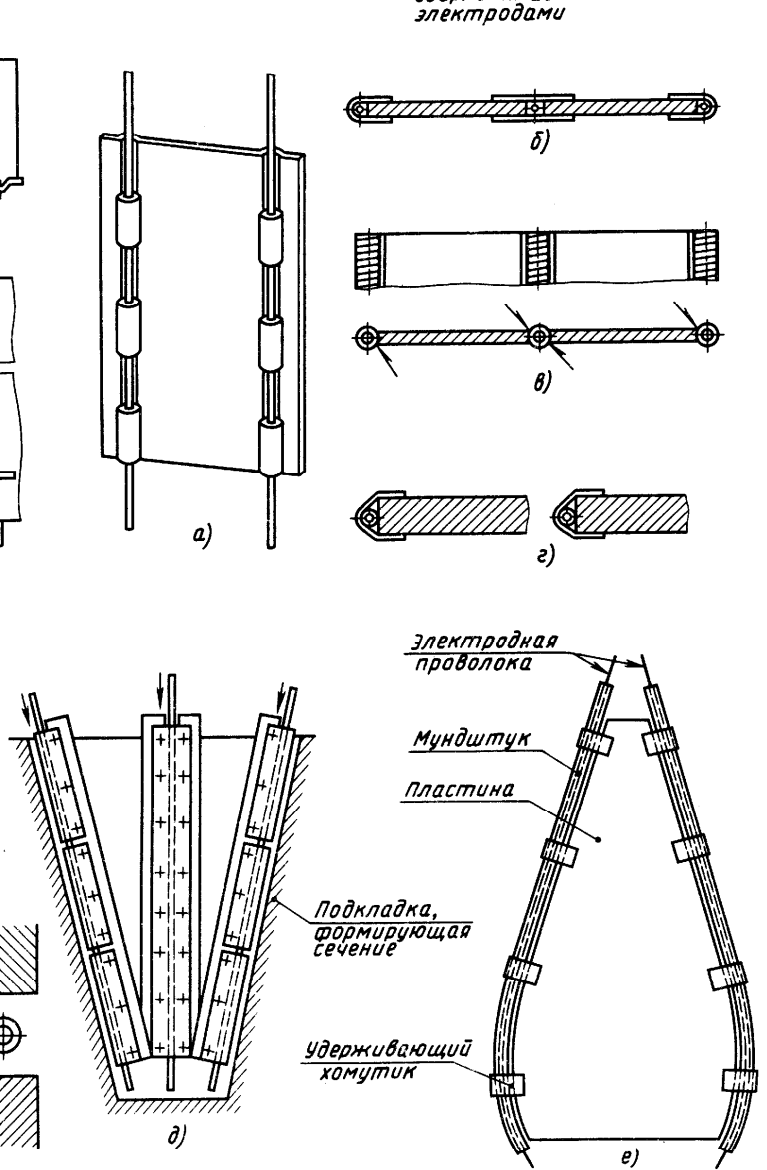


Рис. 18. Типы плавящихся мундштуков

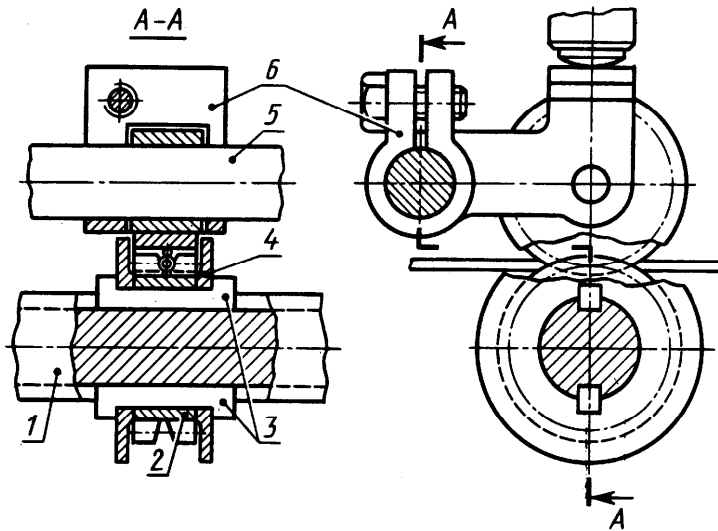


Рис. 19. Схема подающего механизма

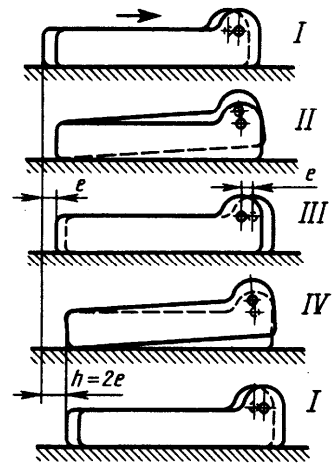


Рис. 21. Схема работы магнитошагающего механизма

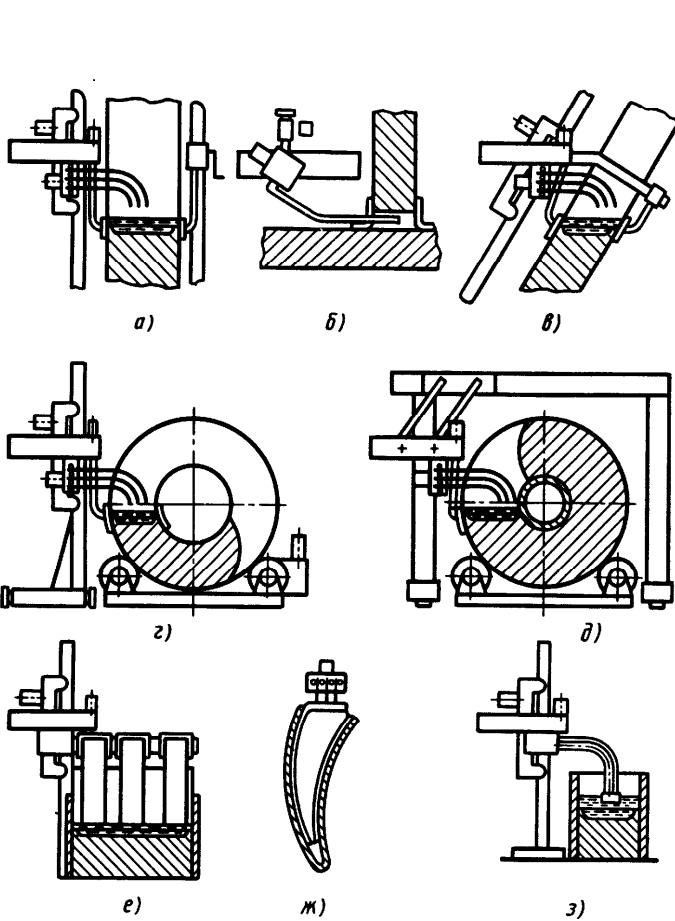


Рис. 20. Схемы настроек аппарата А-535 для сварки различных швов и соединений

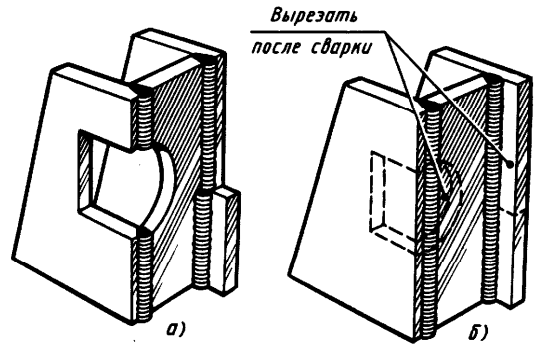


Рис. 22. Сварная конструкция с прерывистыми швами: а - неудобными для электрошлаковой сварки; б - удобными

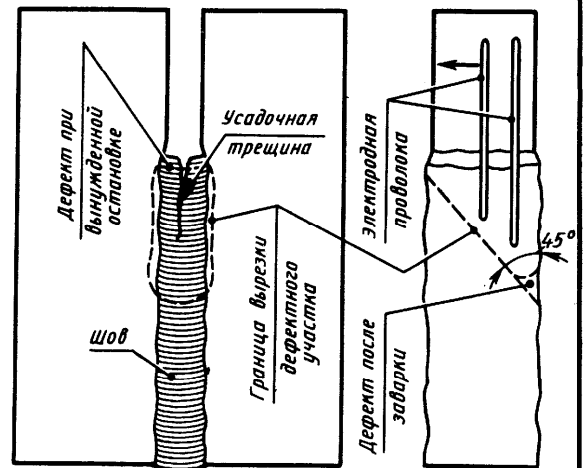


Рис. 23. Схема исправления дефекта в шве после вынужденного прекращения электрошлаковой сварки

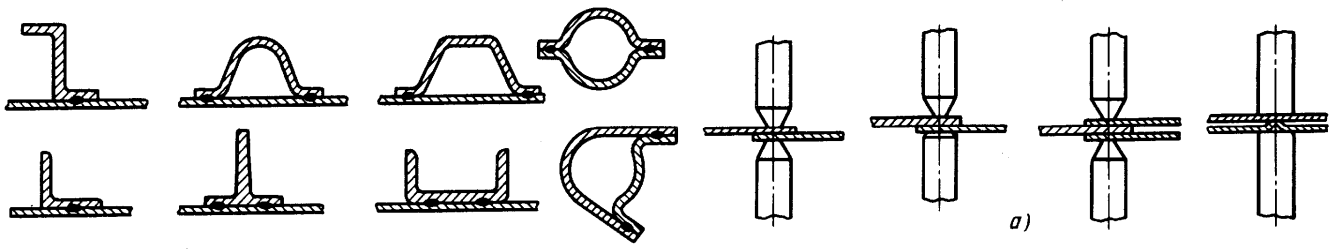


Рис.1. Сварные узлы открытого типа

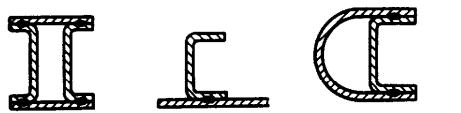


Рис.2. Сварные узлы полукрытого типа

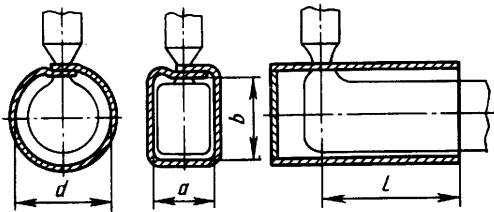


Рис.3. Сварные узлы закрытого типа

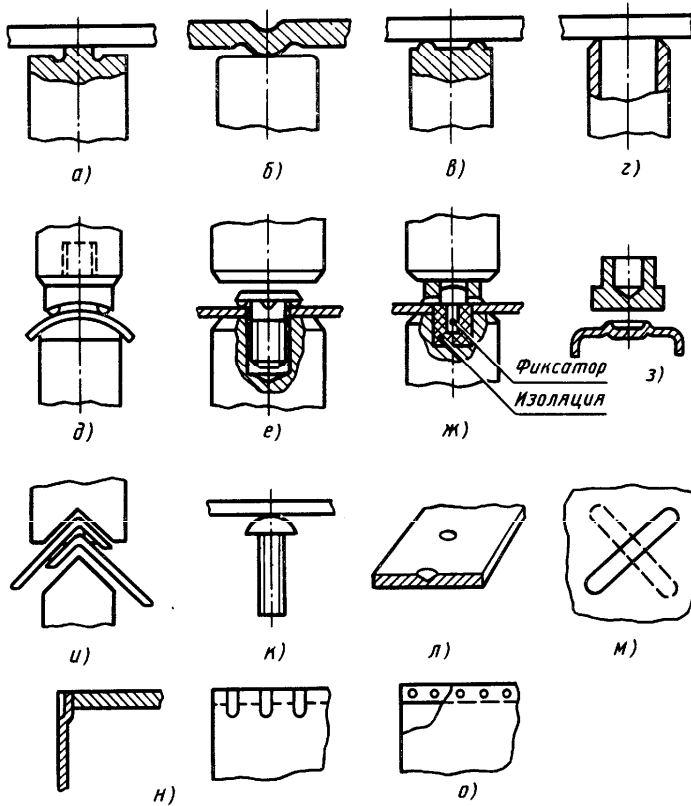


Рис.4. Различные формы выступов, применяемые при рельефной сварке

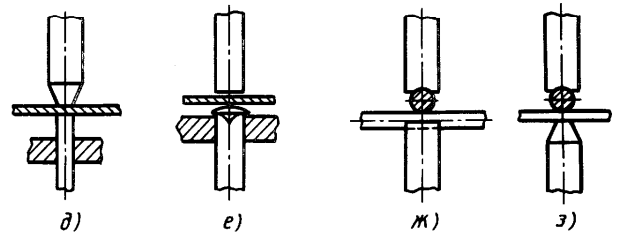
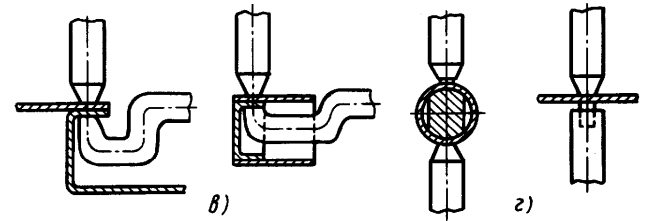
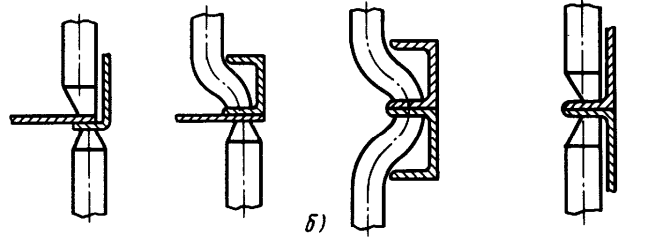


Рис.5. Наиболее часто встречающиеся при точечной сварке соединения и применяемые для них электроды

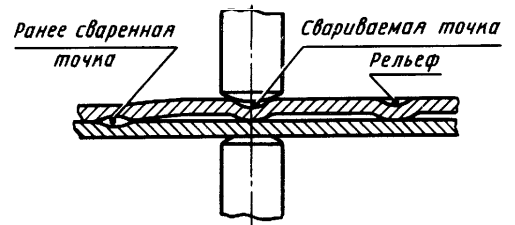


Рис.6. Схема рельефно-точечной сварки горячекатаной стали

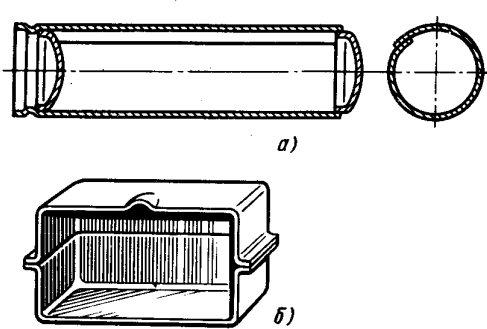


Рис. 7. Примеры применения шовной сварки:
а - корпус огнетушителя; б - корпус бака для горючего

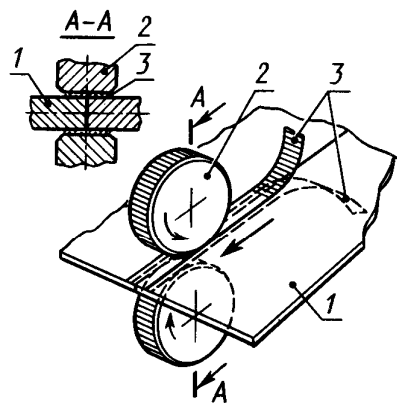


Рис. 9. Принципиальная схема шовной стыковой сварки с применением стальных лент

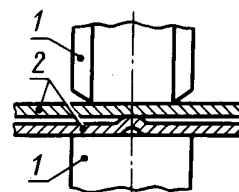


Рис. 10. Схема рельефной шовной сварки: 1-ролики; 2-свариваемые детали

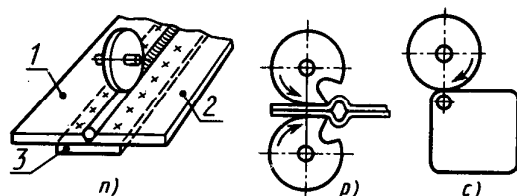
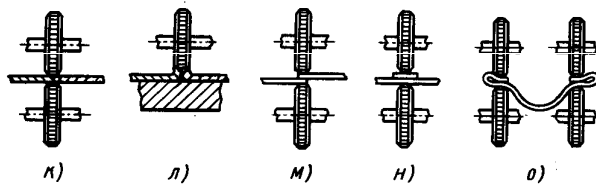
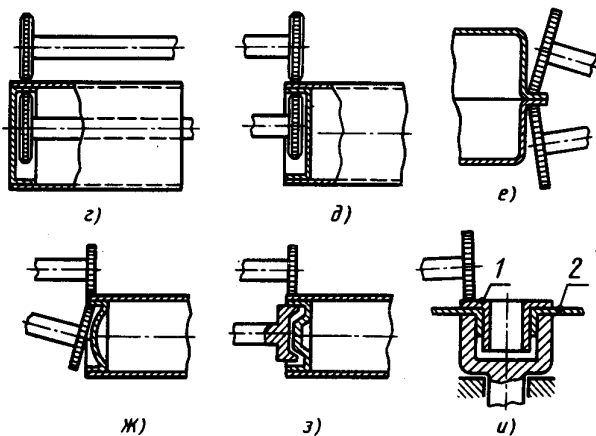
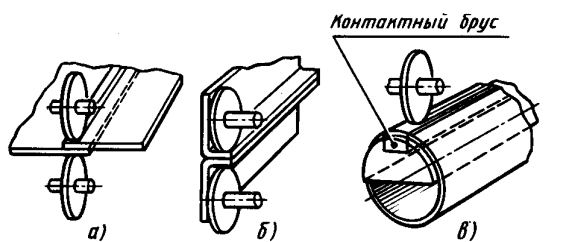


Рис. 8. Типы сварных соединений, применяемые при шовной сварке

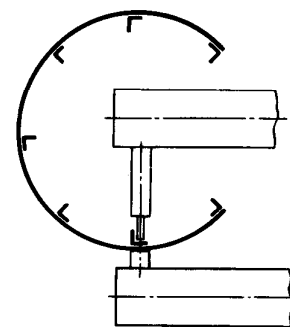
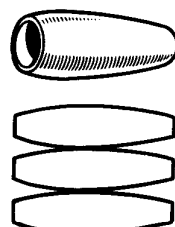


Рис. 11. Удобное для сварки расположение полок угольников

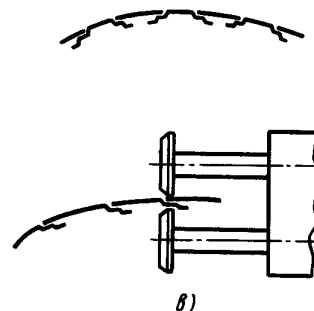
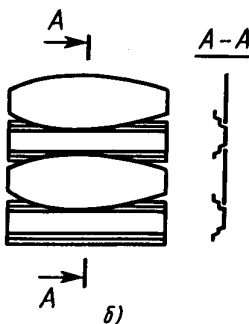
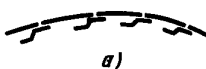


Рис. 12. Схемы заготовок сварной сигарообразной обечайки

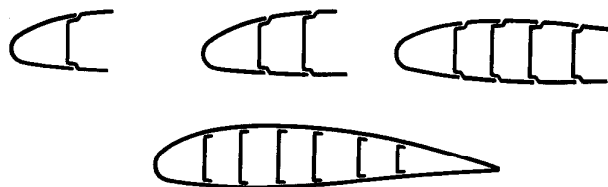


Рис. 13. Схема сборки при сварке крыла из профилированных секций

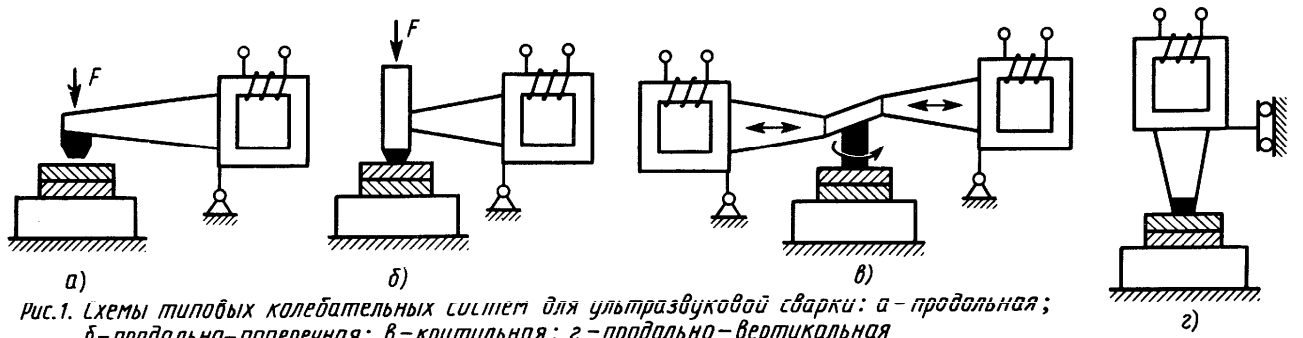


Рис.1. Схемы типовых колебательных систем для ультразвуковой сварки: а - продольная; б - продольно-поперечная; в - крутильная; г - продольно-вертикальная

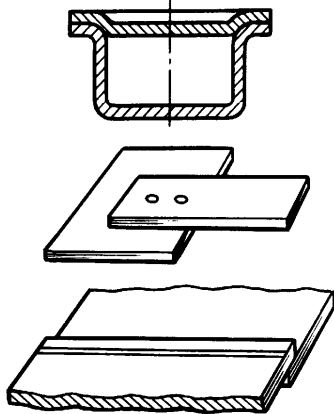


Рис.2. Сварные соединения, выполненные ультразвуковой сваркой

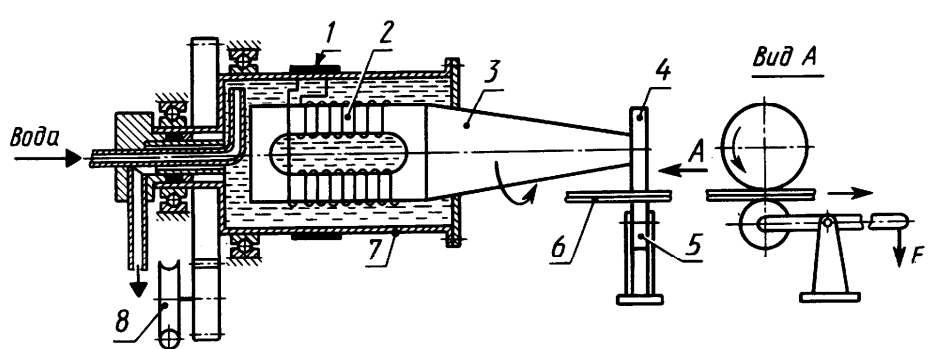


Рис.3. Принципиальная схема машины для ультразвуковой шовной сварки

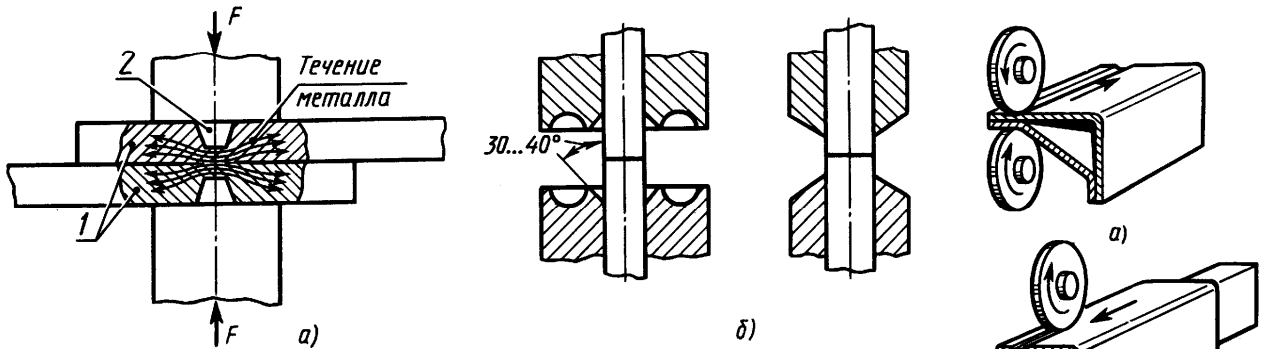


Рис.4. Схемы холодной сварки: а - точечной; б - стыковой

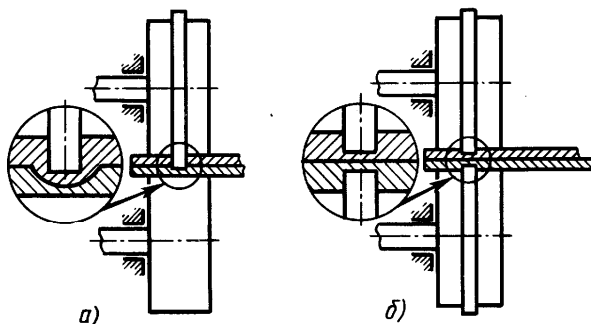


Рис.5. Схема шовной холодной сварки: а - с односторонним; б - с двусторонним деформированием

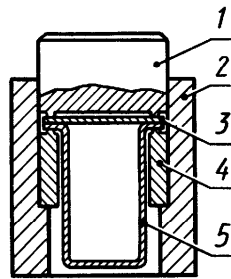


Рис.6. Схема сварки алюминиевых корпусов конденсаторов с крышками

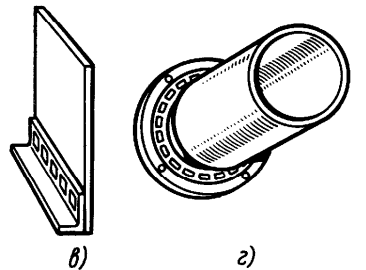


Рис.7. Примеры шовной холодной сварки

Ультразвуковая сварка.

Холодная сварка

Лист 37

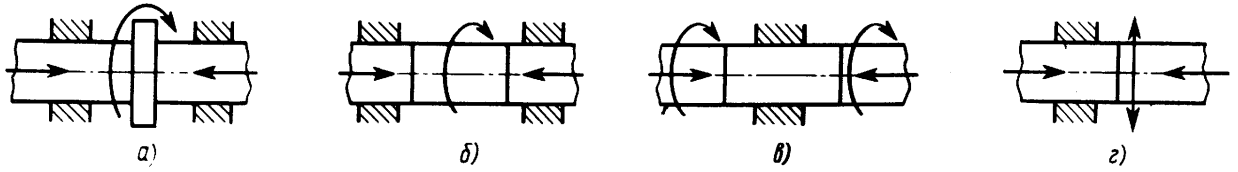


Рис. 1. Разновидности процесса сварки трением

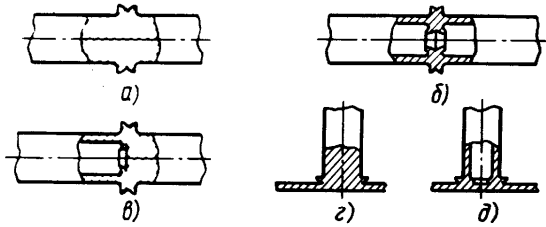


Рис. 2. Типы сварных соединений, выполняемых при нагреве трением: а, б, в - стыковые; г, д - тавровые

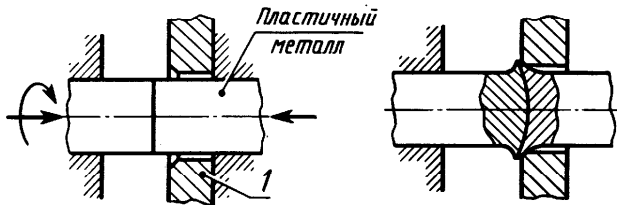


Рис. 4. Сварка трением разнородных металлов

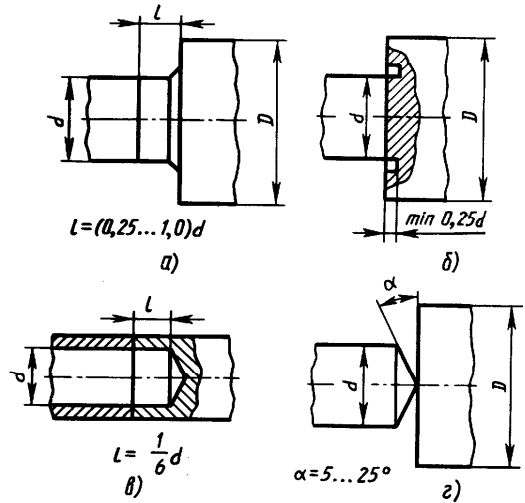


Рис. 3. Подготовка заготовок под сварку трением

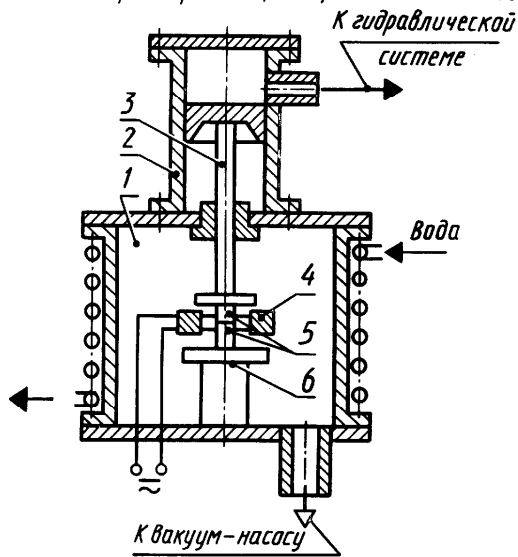


Рис. 5. Принципиальная схема установки для диффузионной сварки в вакууме

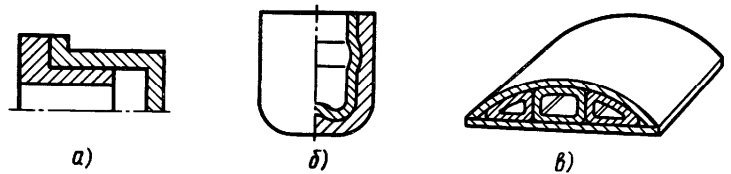


Рис. 6. Примеры сварки металлических изделий диффузионной сваркой

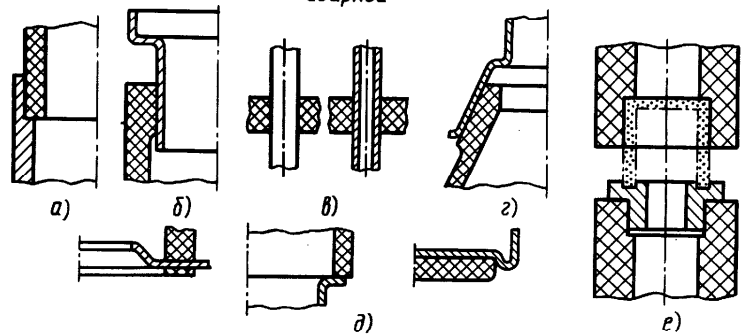


Рис. 7. Конструкции соединений керамики с металлами диффузионной сваркой: а - цилиндрические охватывающие; б и в - цилиндрические охватываемые; г - коническое охватывающее; д - торцовые; е - деталь в сборе

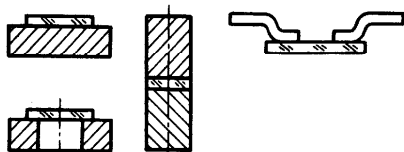


Рис. 8. Конструкции соединений полупроводника с металлами, выполненных диффузионной сваркой

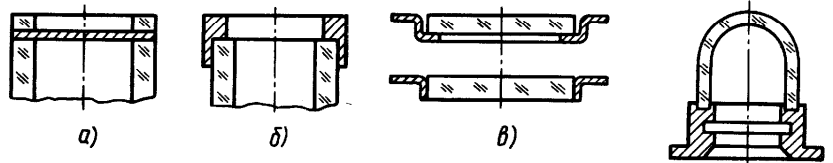


Рис. 9. Основные типы сварных соединений стекла с металлами: а - торцовое; б - охватывающее; в - оконное; г - деталь

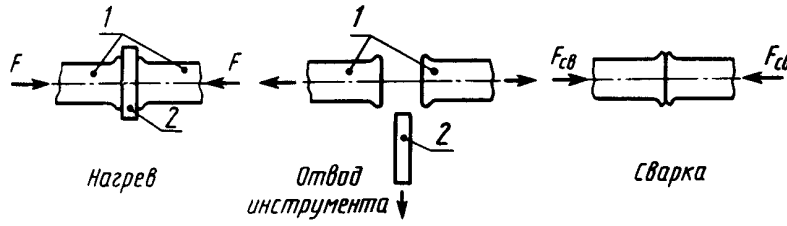


Рис. 1. Схема контактной тепловой сварки нагретым инструментом

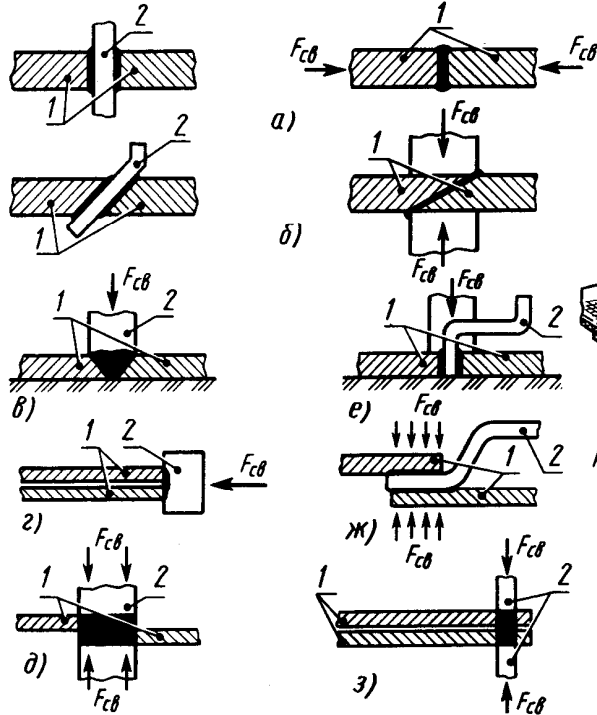


Рис. 2. Схемы контактной тепловой сварки листовых материалов

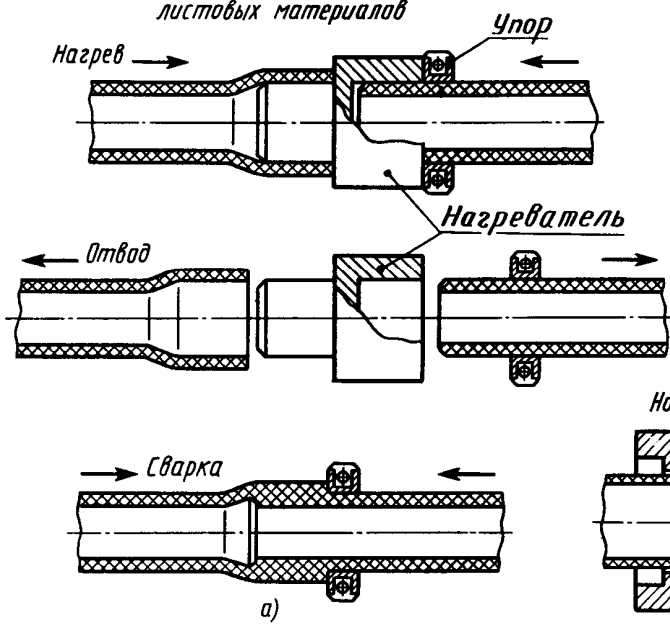


Рис. 3. Схемы контактной тепловой сварки труб

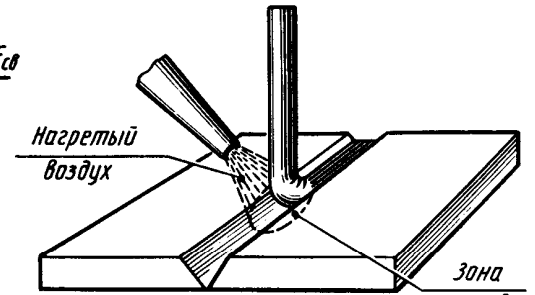


Рис. 4. Схема сварки газовым теплоносителем с присадочным материалом

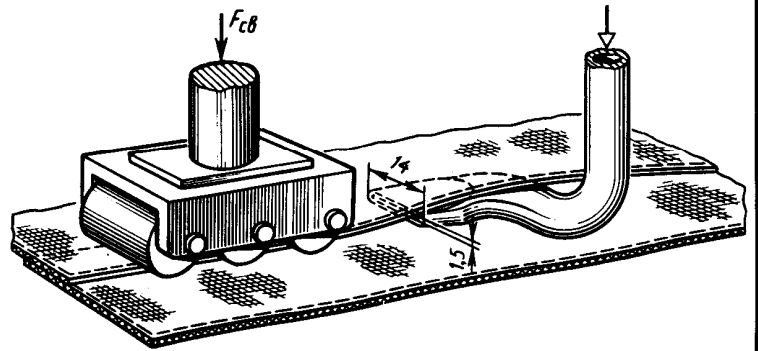


Рис. 5. Схема непрерывной сварки пленки газовым теплоносителем

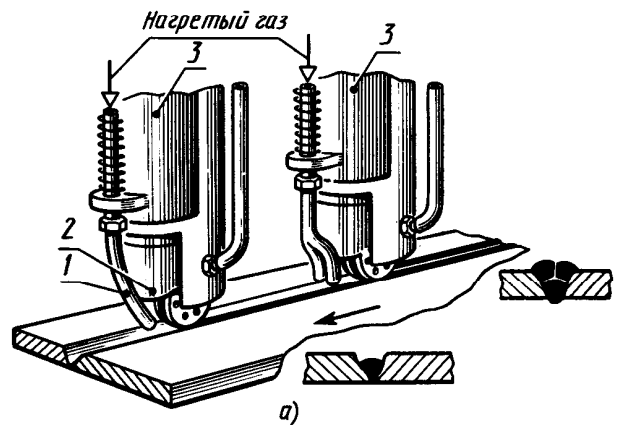
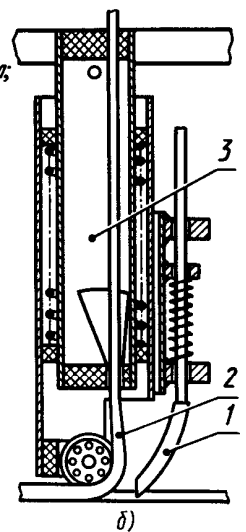


Рис. 6. Общий вид сварочного узла (а) и сварочной головки (б)
1- сопло; 2- присадочный материал; 3- сварочная головка



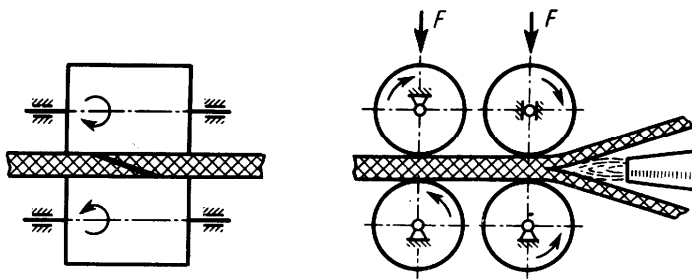


Рис. 7. Сварка нагретым газом без присадочного материала

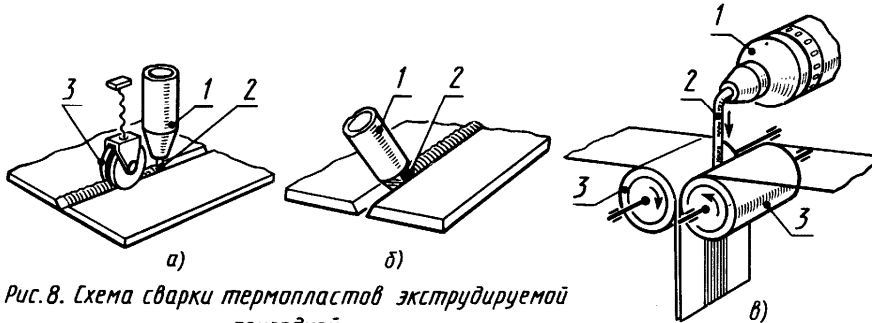


Рис. 8. Схема сварки термопластов экструдированной присадкой

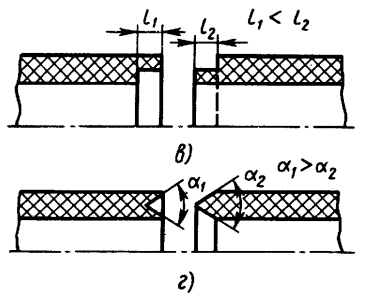
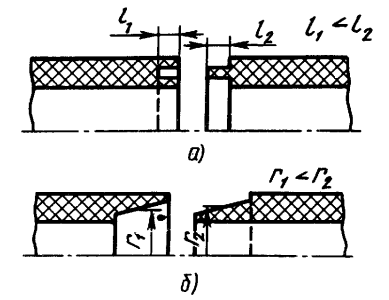


Рис. 13. Конструкция разделки краев труб под сварку трением

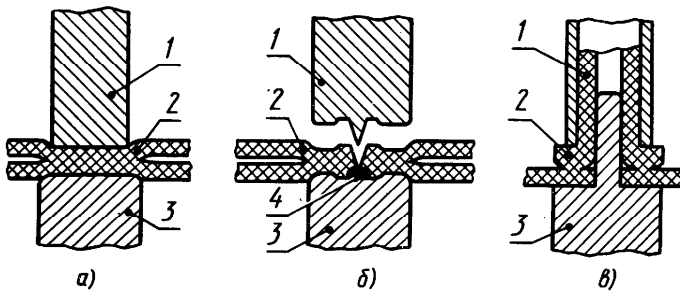


Рис. 9. Электроды для получения сварных швов ПВХ: а - плоского; б - фигурного с разрезанием материала; в - кольцевого

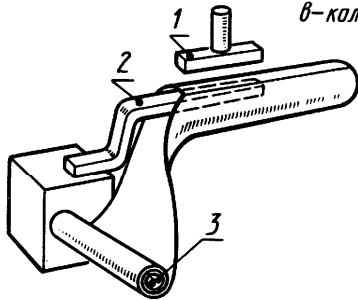


Рис. 10. Схема сварки ПВХ рукавов и шлангов из пленки продольным швом

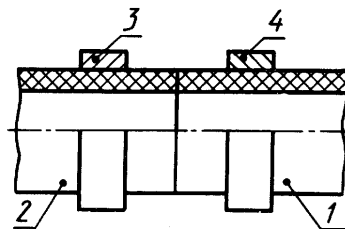


Рис. 11. Схема сварки поперечного стыка труб ПВХ

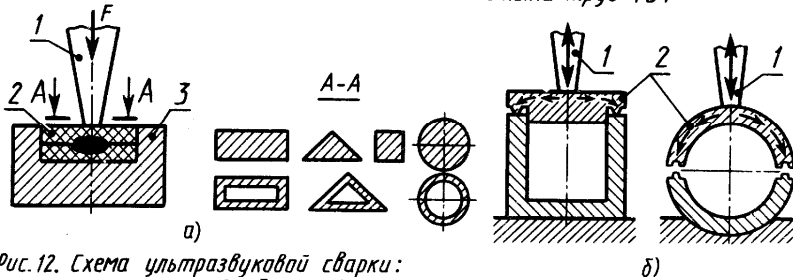


Рис. 12. Схема ультразвуковой сварки: а - контактной; б - передаточной

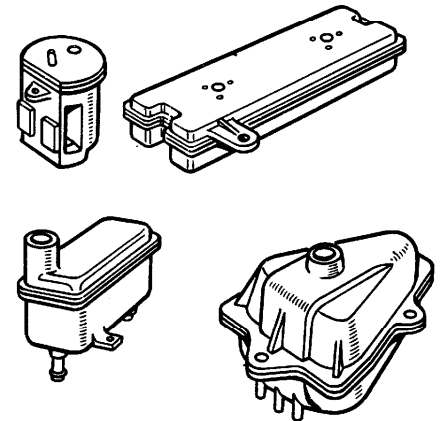


Рис. 14. Детали, свариваемые вибротрением

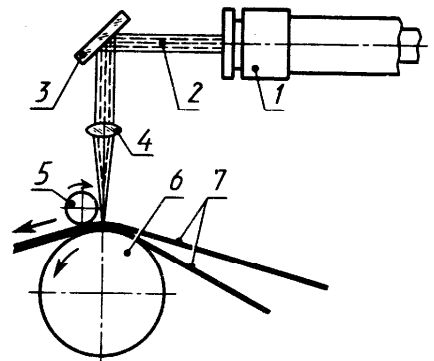


Рис. 15. Схема сварки пленки лучом лазера

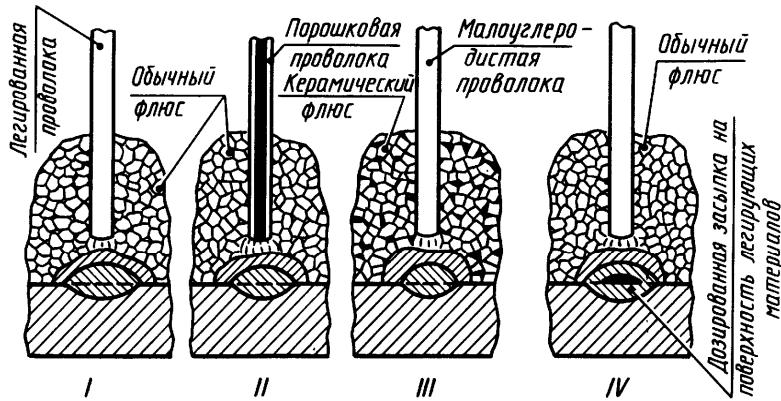


Рис.1. Схемы четырех способов легирования наплавленного металла

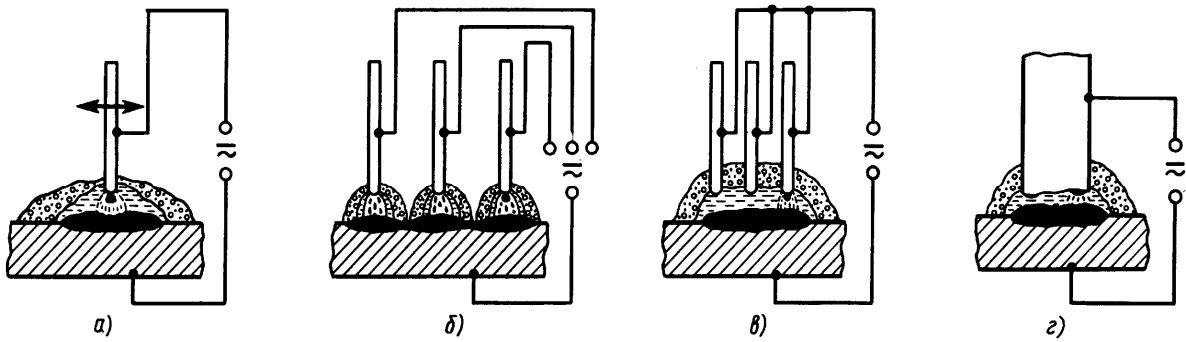
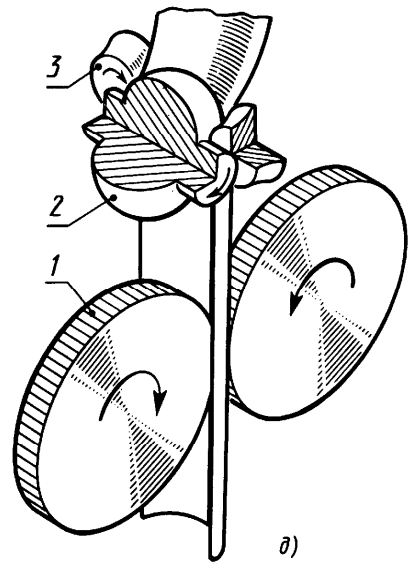


Рис. 2. Способы наплавки под флюсом

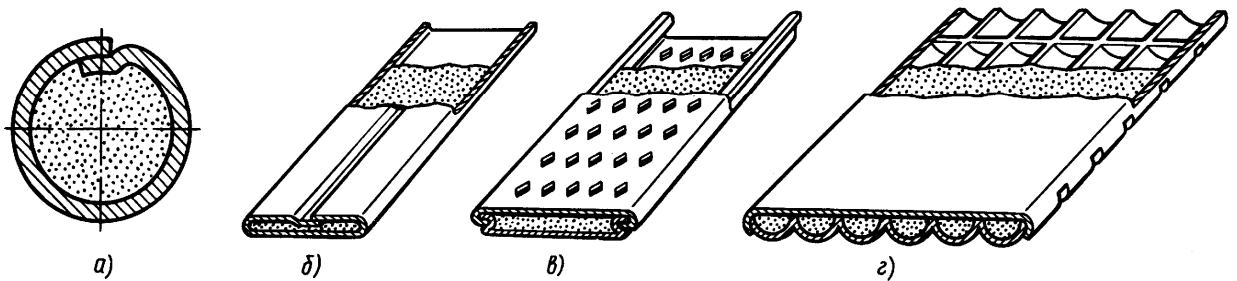


Рис.3. Конструкции порошковых проволок (а) и лент (б... г)

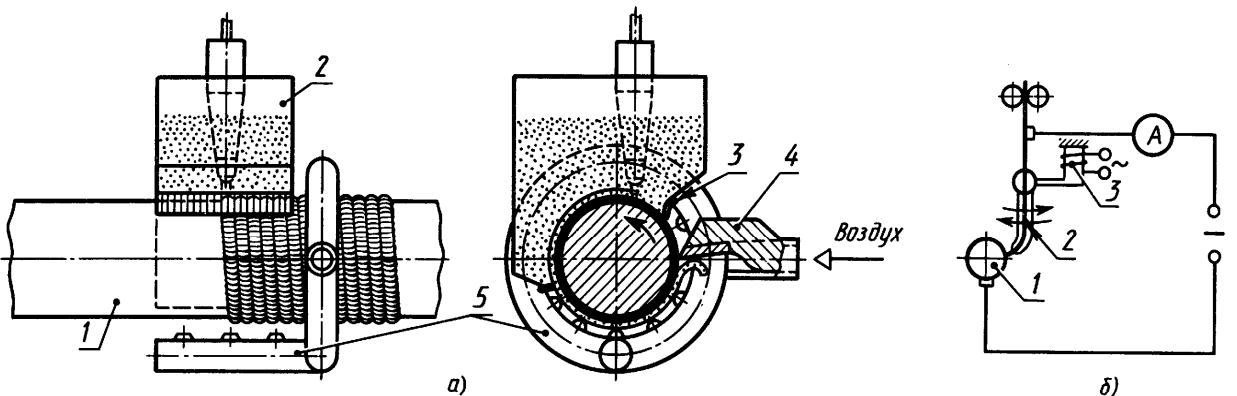


Рис.4. Видродуговая наплавка под флюсом

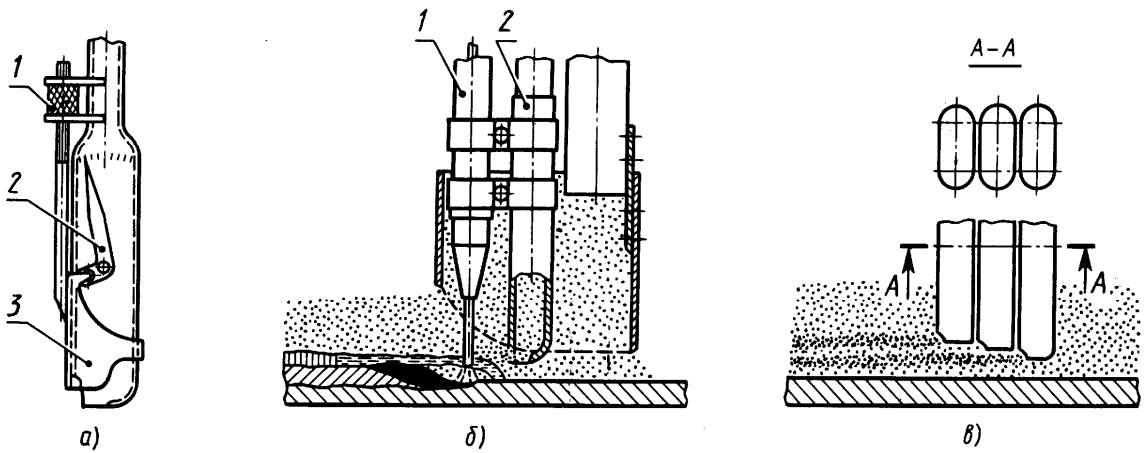


Рис. 5. Наплавка под слоем флюса при легировании шихтой, вносимой дозатором

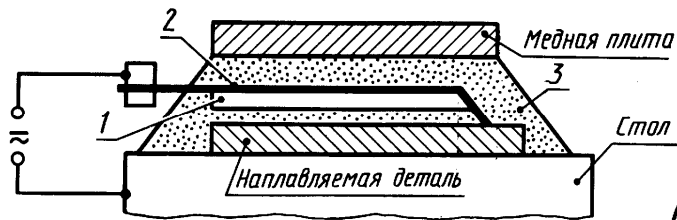


Рис. 6. Наплавка пластинчатым электродом

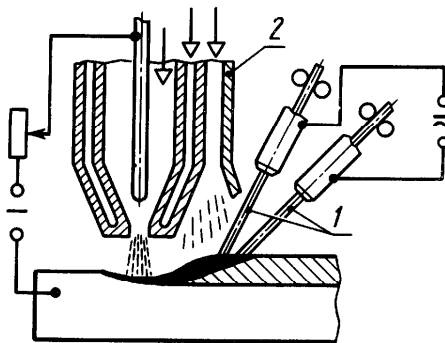


Рис. 7. Плазменная наплавка с двумя присадочными проволоками

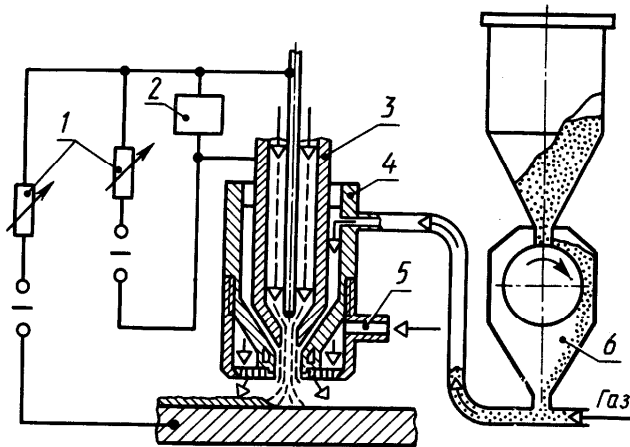


Рис. 8. Плазменная порошковая наплавка

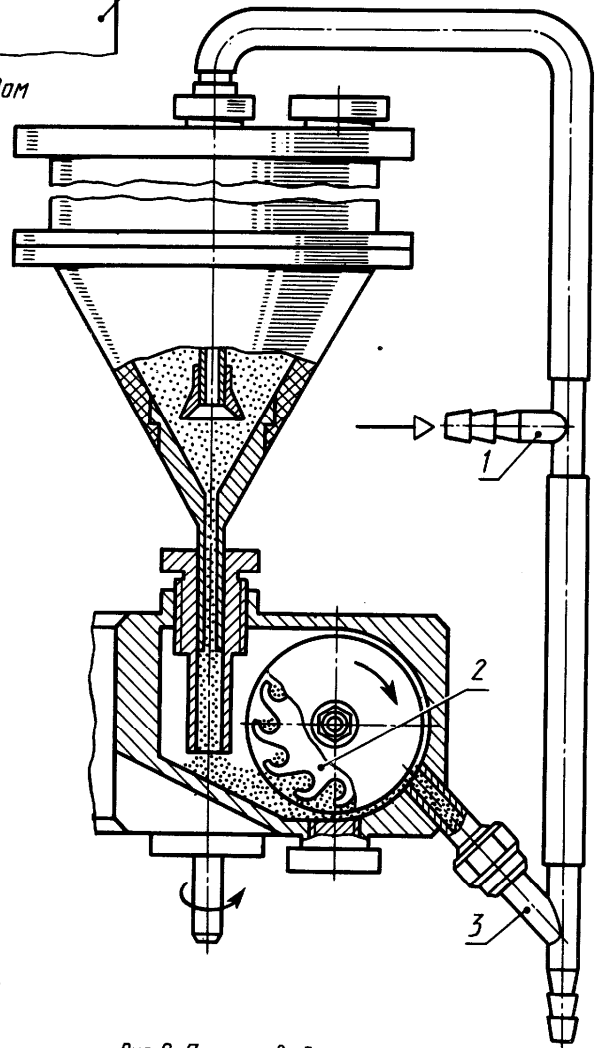


Рис. 9. Порошковый питатель

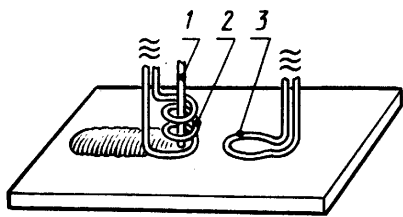


Рис. 10. Схема наплавки с расплавлением присадочного металла индукционным способом

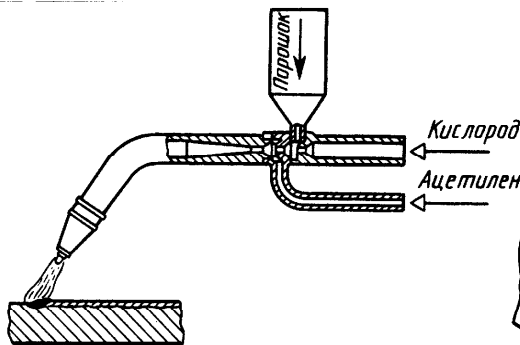


Рис. 11. Горелка для газопорошковой наплавки

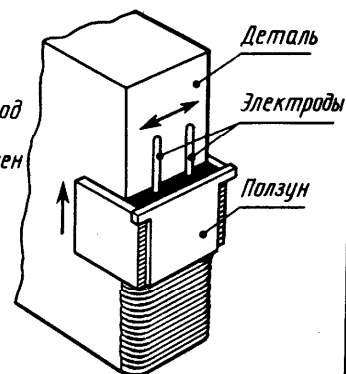


Рис. 12. Схема электрошлаковой наплавки плоскости

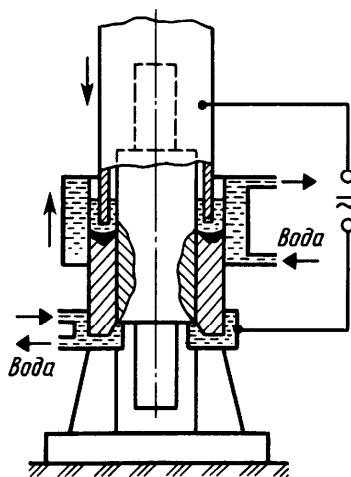


Рис. 13. Схема кольцевой электрошлаковой наплавки

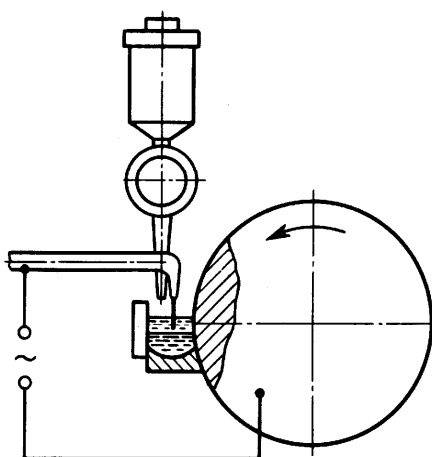


Рис. 14. Схема электрошлаковой наплавки

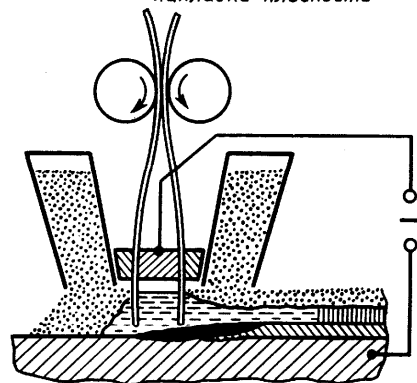


Рис. 15. Схема электрошлаковой наплавки двумя лентами

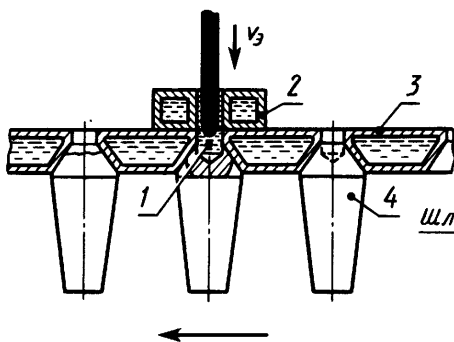


Рис. 16. Непрерывная горизонтальная электрошлаковая наплавка

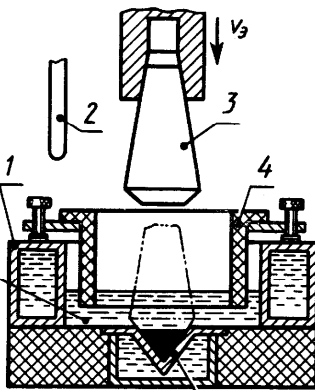


Рис. 17. Наплавка с смещенной шлаковой ванной

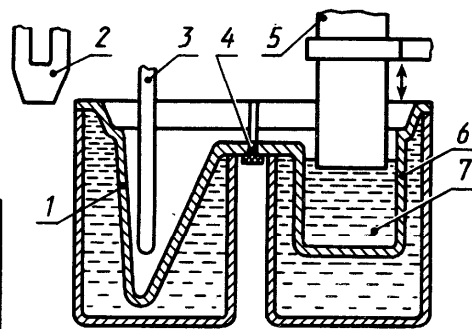


Рис. 18. Наплавка с шлаковым котлом

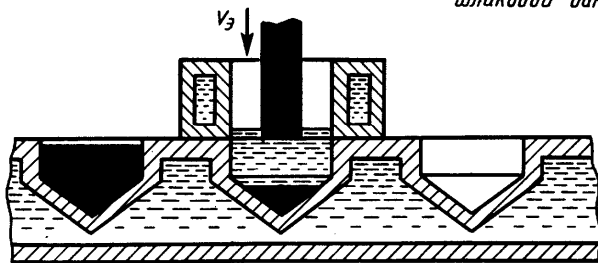


Рис. 19. Электрошлаковая отливка

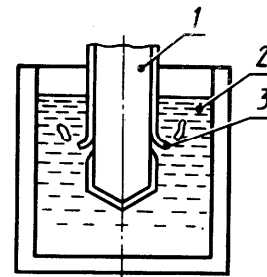


Рис. 20. Схема процесса наплавки

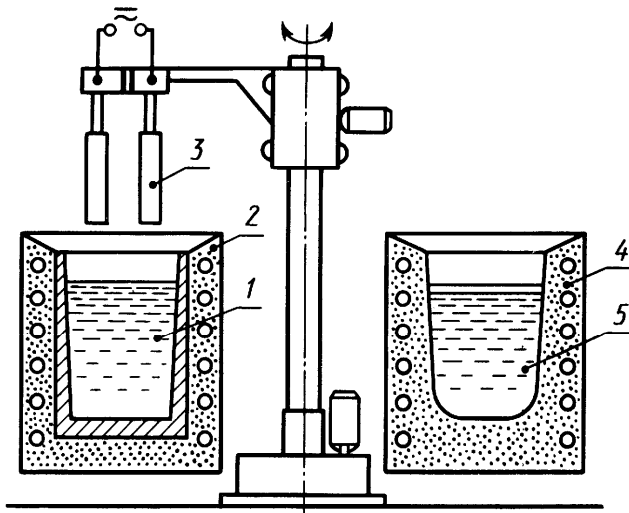


Рис. 21. Схема установки для наплавки окунанием в расплав

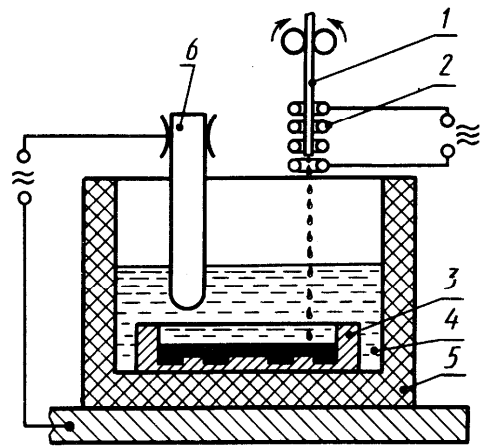


Рис. 22. Схема индукционно-шлаковой наплавки

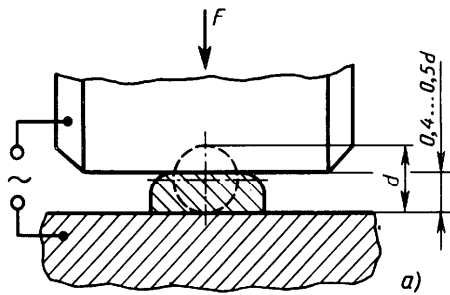


Рис. 23. Электроконтактная наплавка

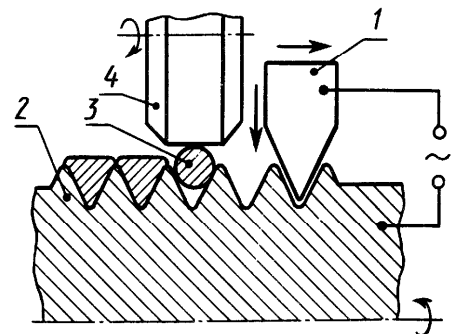
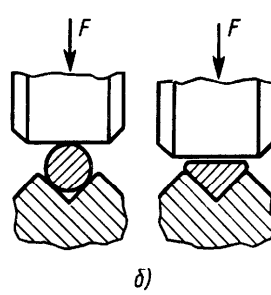


Рис. 24. Принципиальная схема ремонта детали

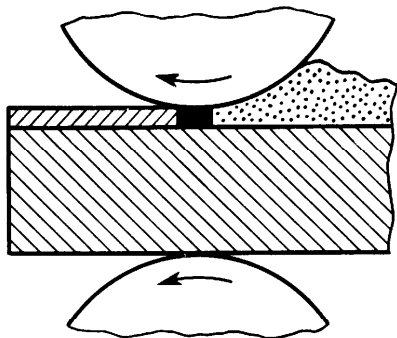


Рис. 25. Электроконтактная наплавка порошка

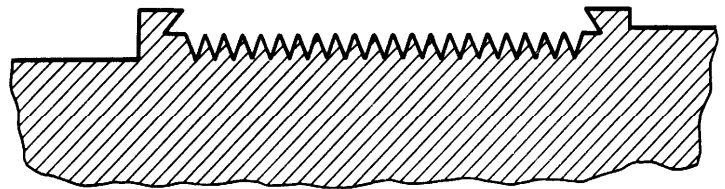


Рис. 26. Подготовка поверхности шейки под металлизацию

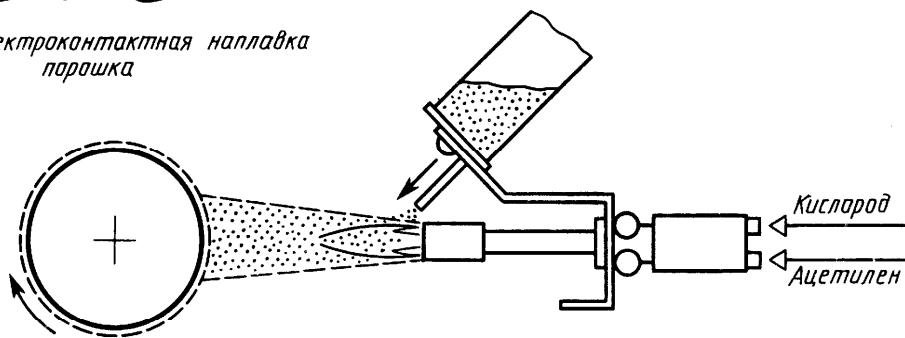


Рис. 27. Схема процесса газопорошкового напыления

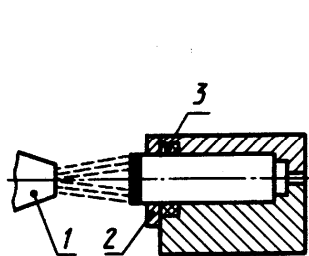


Рис. 28. Пытливое закрепление напыляемых деталей в однопозиционном приспособлении: 1-распылительная головка; 2-сменная вставка; 3-уплотнительная прокладка

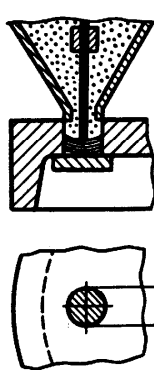
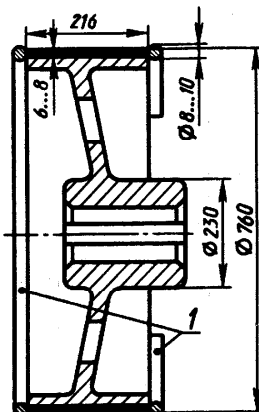


Рис. 29. Заплавка отверстий муфты



Наплавка проволокой СВ-08

Наплавка ПП-3Х288

Рис. 30. Схема наплавки тормозного шкива

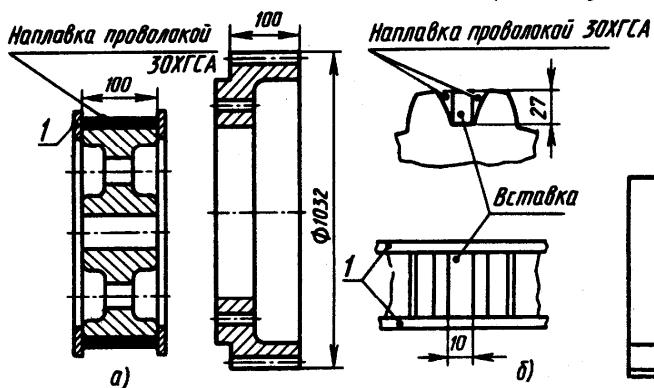


Рис. 31. Схема наплавки зубчатых колес: 1-ограничительные планки

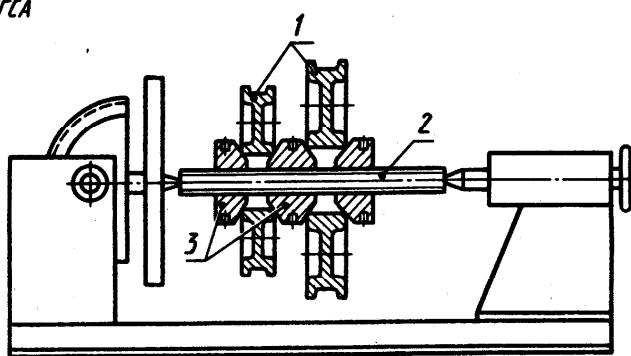


Рис. 32. Конструкция установки для наплавки ходовых колес

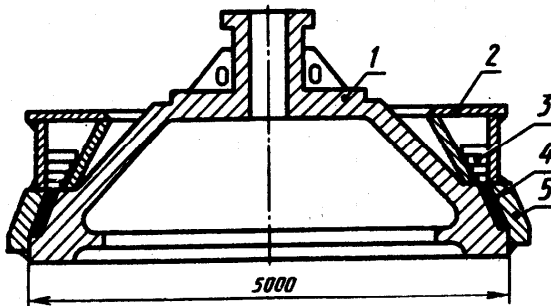


Рис. 33. Схема наплавки композиционным сплавом контактной поверхности большого конуса

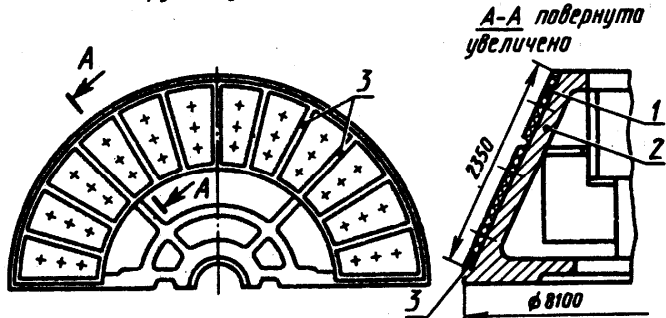


Рис. 34. Схема армирования плитami распределительного конуса

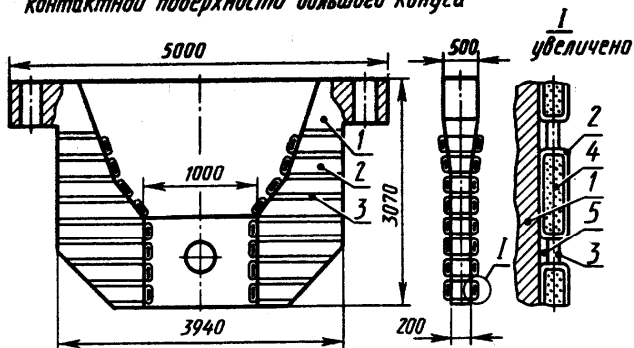


Рис. 35. Схема армирования плоскими трубами подвески большого конуса

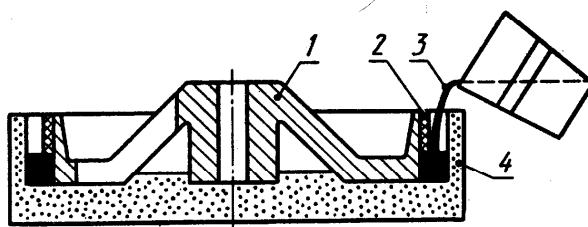


Рис. 36. Схема наплавки жидким металлом с применением защитного покрытия

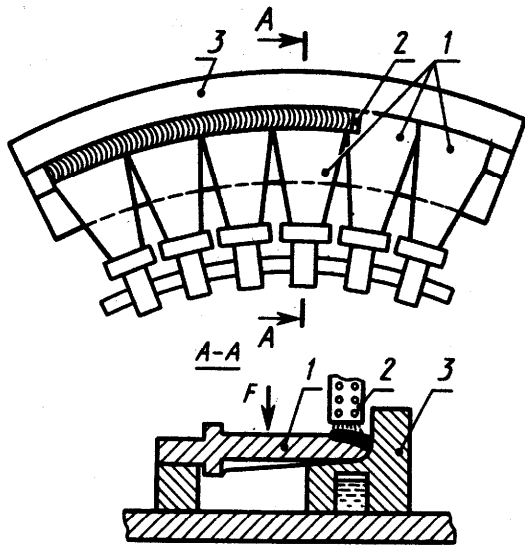


Рис. 37. Схема наплавки лопастей бетономесителя

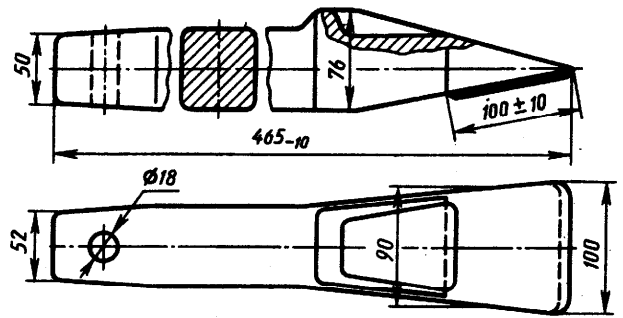


Рис. 38. Зуб ковша экскаватора Э-652

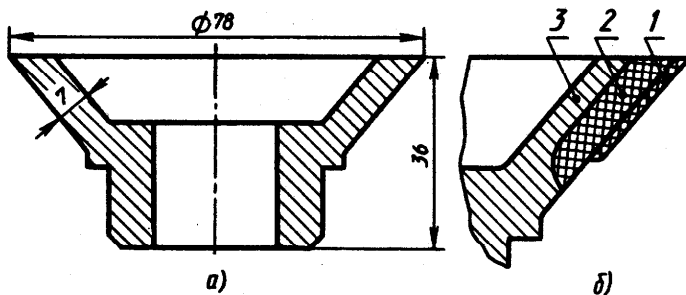


Рис. 39. Упрочнение тарельчатого ножа

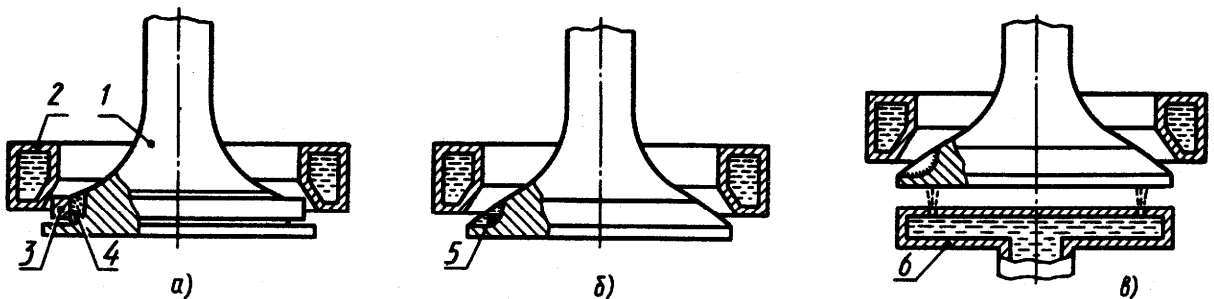
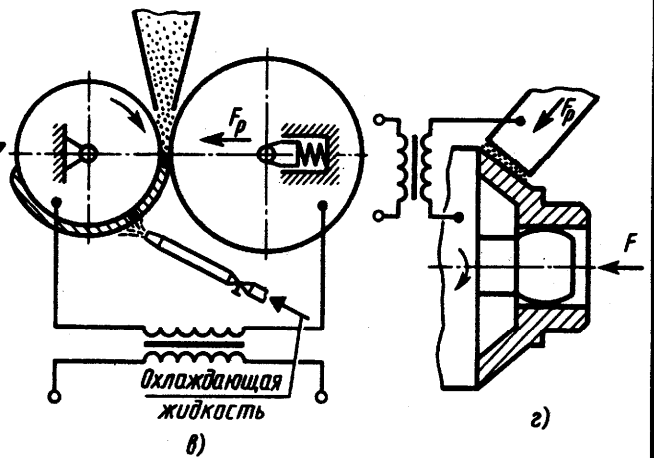


Рис. 40. Схема наплавки клапанов «намораживанием»: а-нагрев; б-расплавление сплава; в-кристаллизация металла

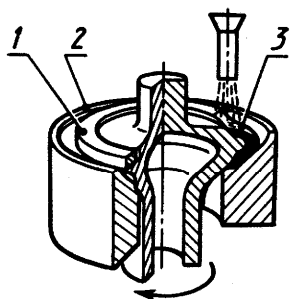


Рис. 41. Схема электродуговой наплавки в вакууме клапанов выпуска со сложной криволинейной поверхностью

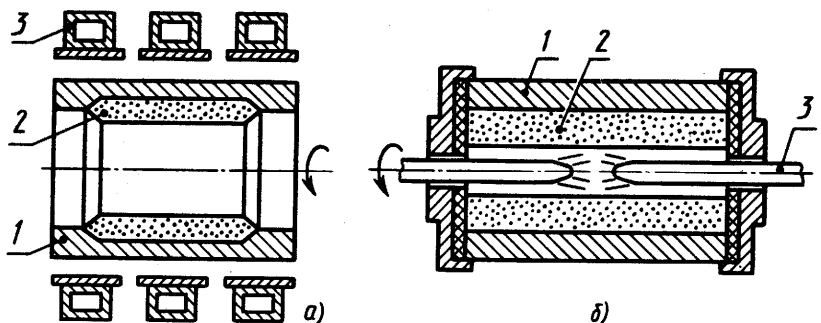


Рис. 42. Схема наплавки внутренних поверхностей втулок токами высокой частоты (а) и дугой (б)

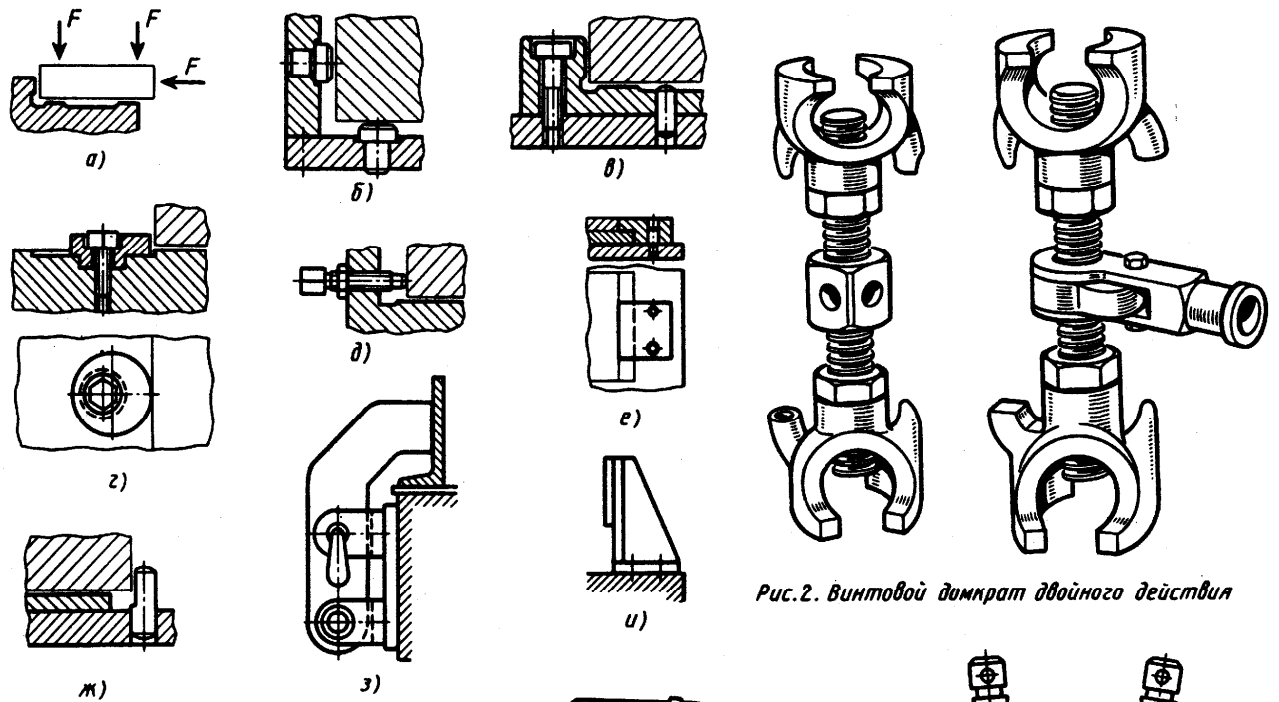


Рис.2. Винтовой домкрат двойного действия

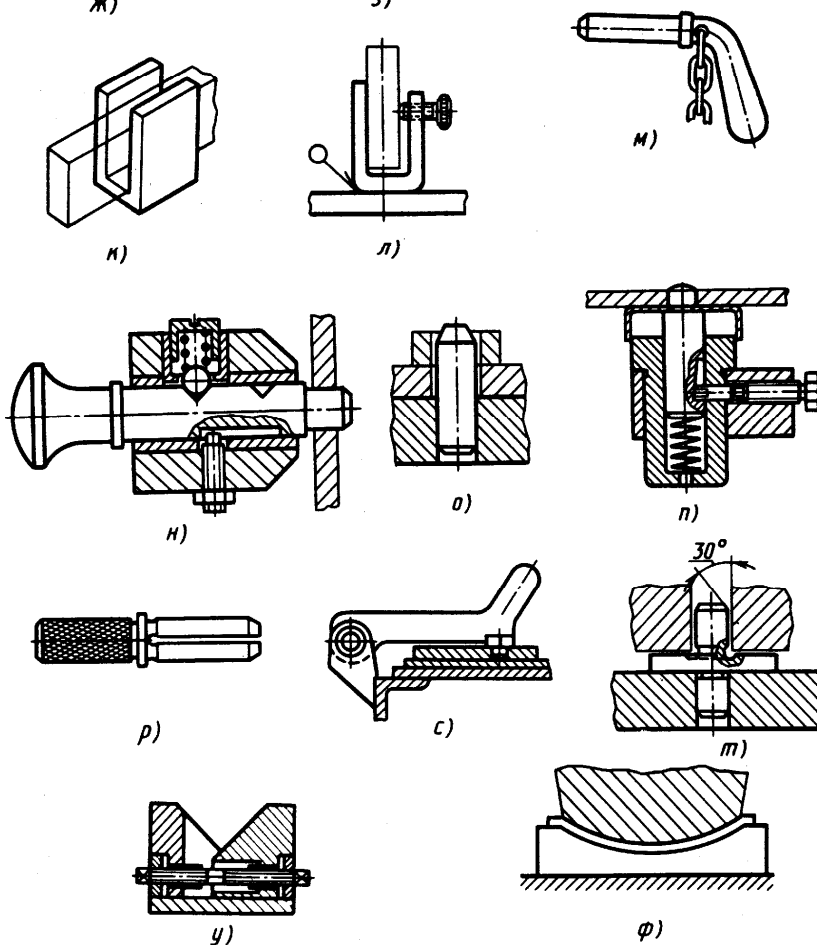


Рис.1. Элементы сборочных приспособлений

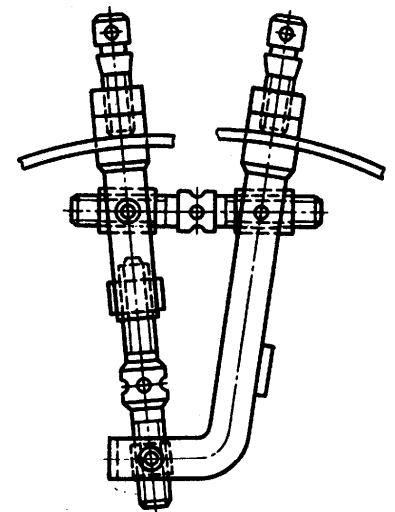


Рис.3. Стяжная струбцина

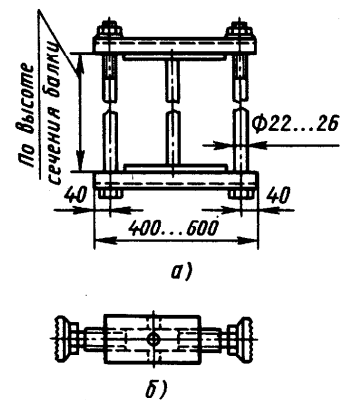


Рис.4. Винтовые устройства

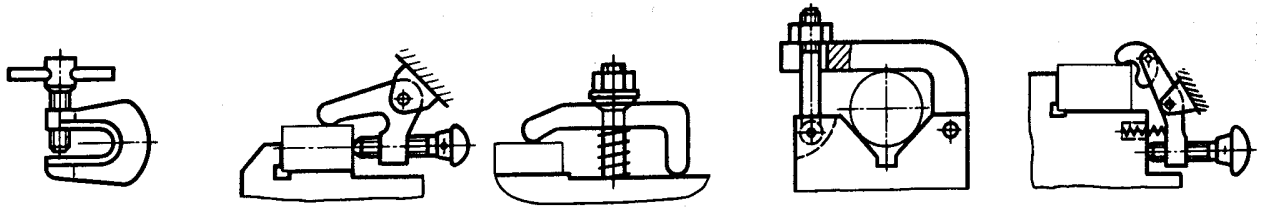


Рис. 5. Винтовые сборочные устройства

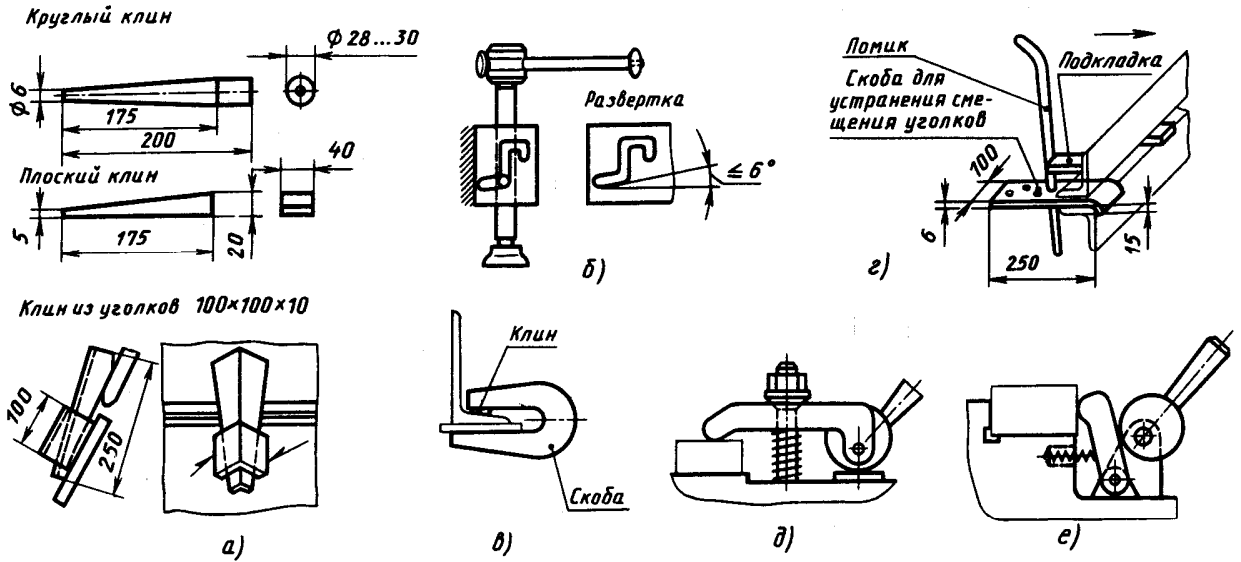


Рис. 6. Клиновые (а...г) и эксцентриковые (д, е) устройства

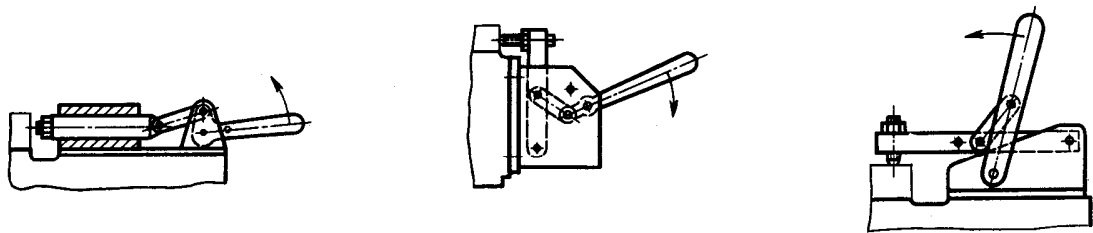


Рис. 7. Рычажные устройства

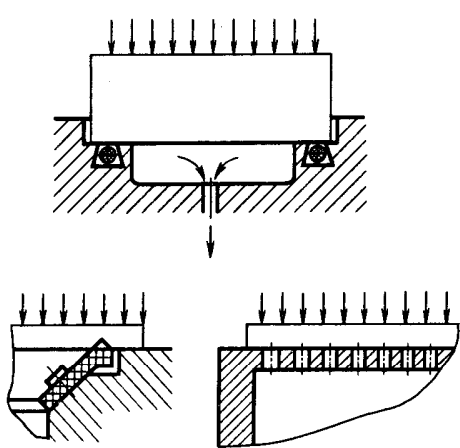


Рис. 8. Вакуумные прижимы

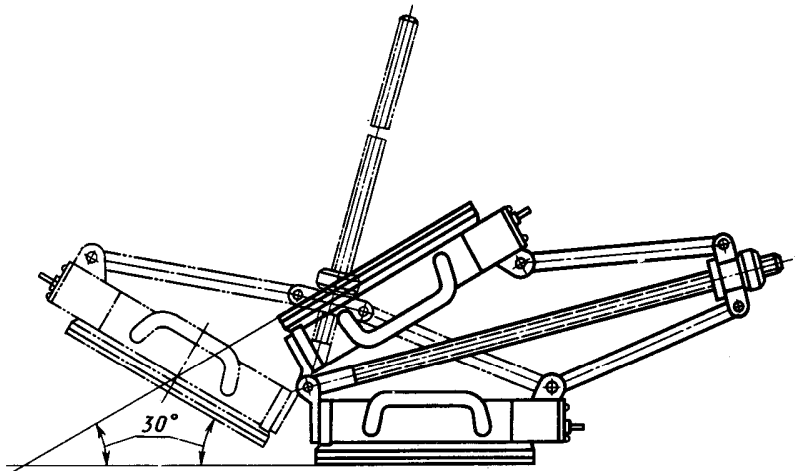


Рис. 9. Универсальный электромагнитный фиксатор

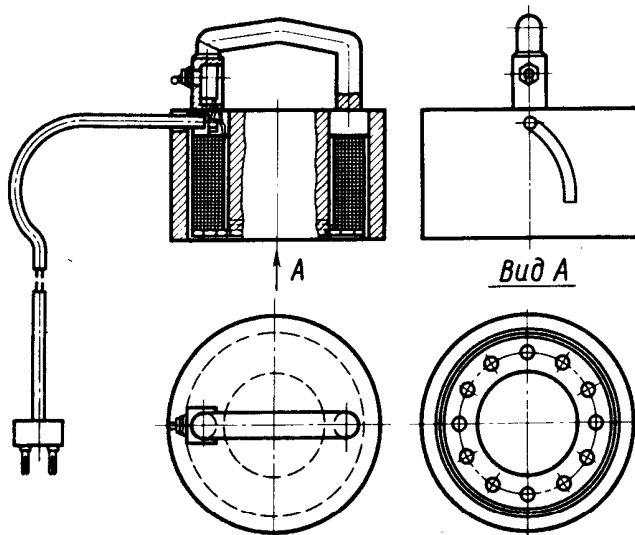


Рис. 10. Электромагнитный прижим

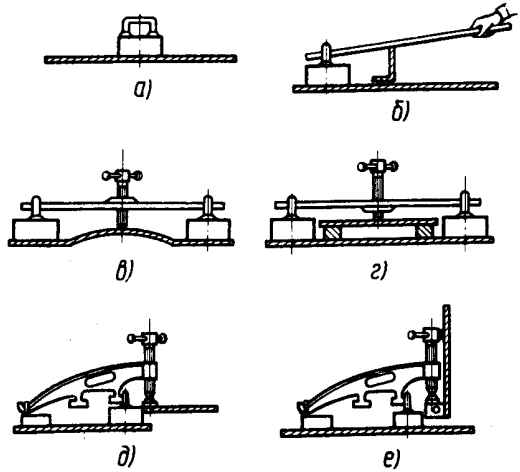


Рис. 11. Схемы применения электромагнитного прижима

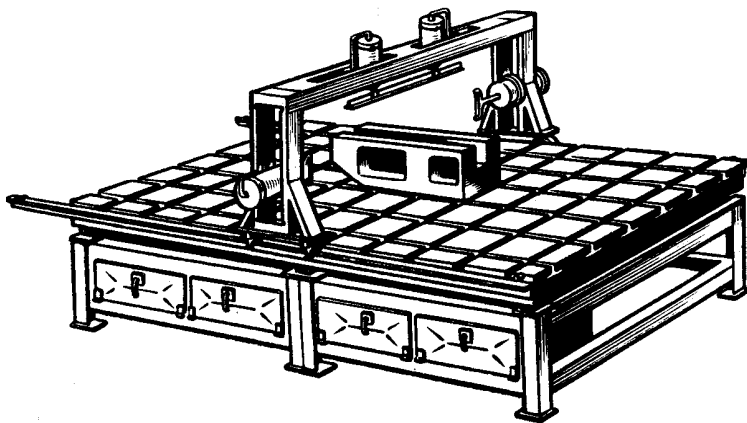


Рис. 12. Универсальный стенд для сборки узлов в мелкосерийном и единичном производстве

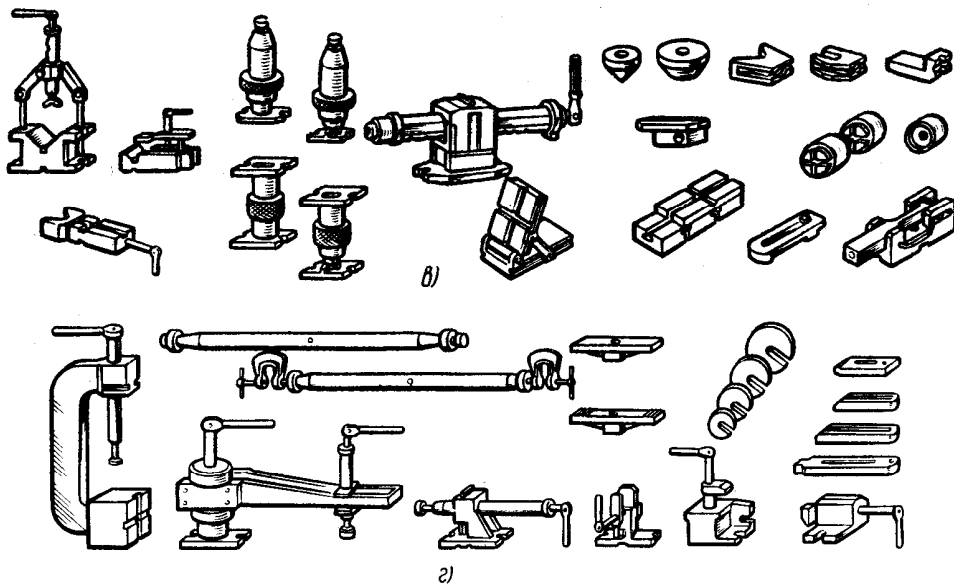
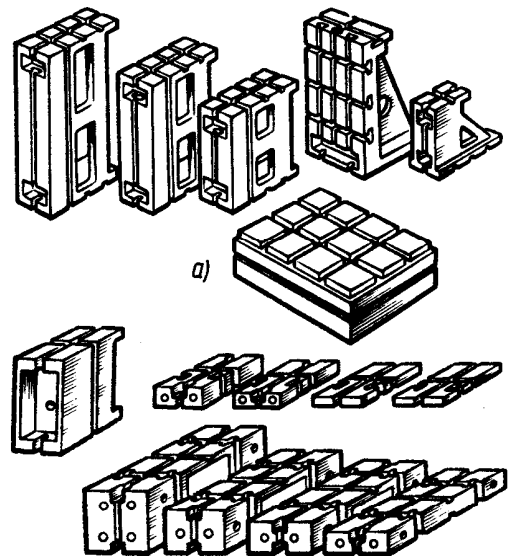
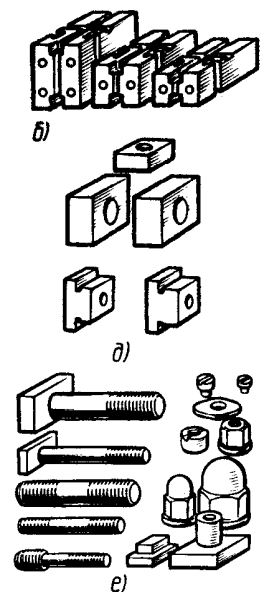


Рис. 13. Элементы универсально-сборных перенастраиваемых приспособлений



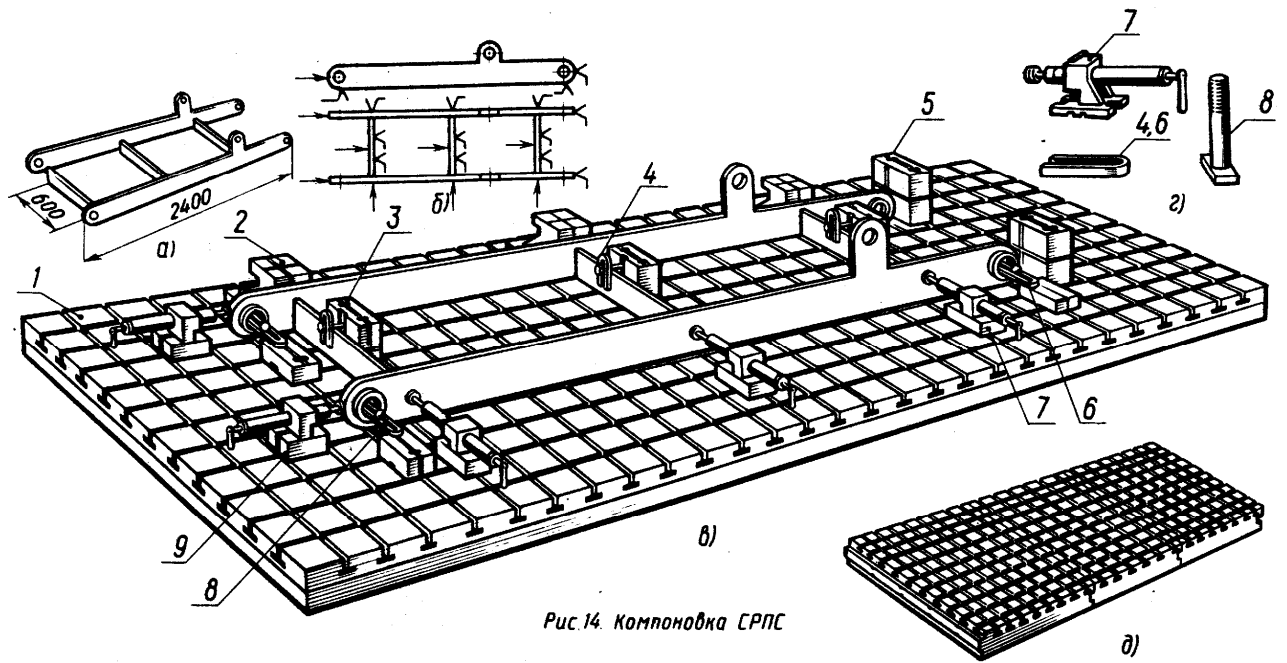


Рис. 14. Компоновка СРПС

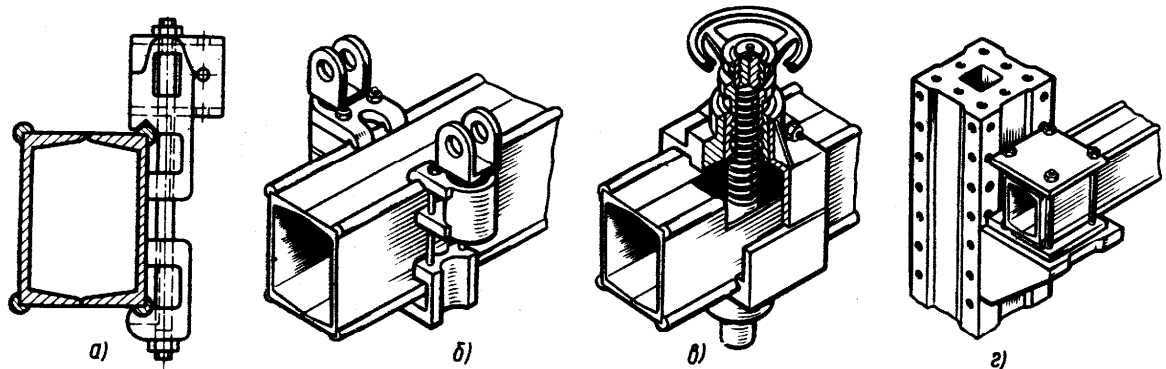


Рис. 15. Узлы сборочной оснастки в самолетостроении: а) схема крепления узла на балке сталева; б) крепление вертикальных вилок; в) выдвижной винтовой фиксатор; г) крепление продольной балки на вертикальной колонне

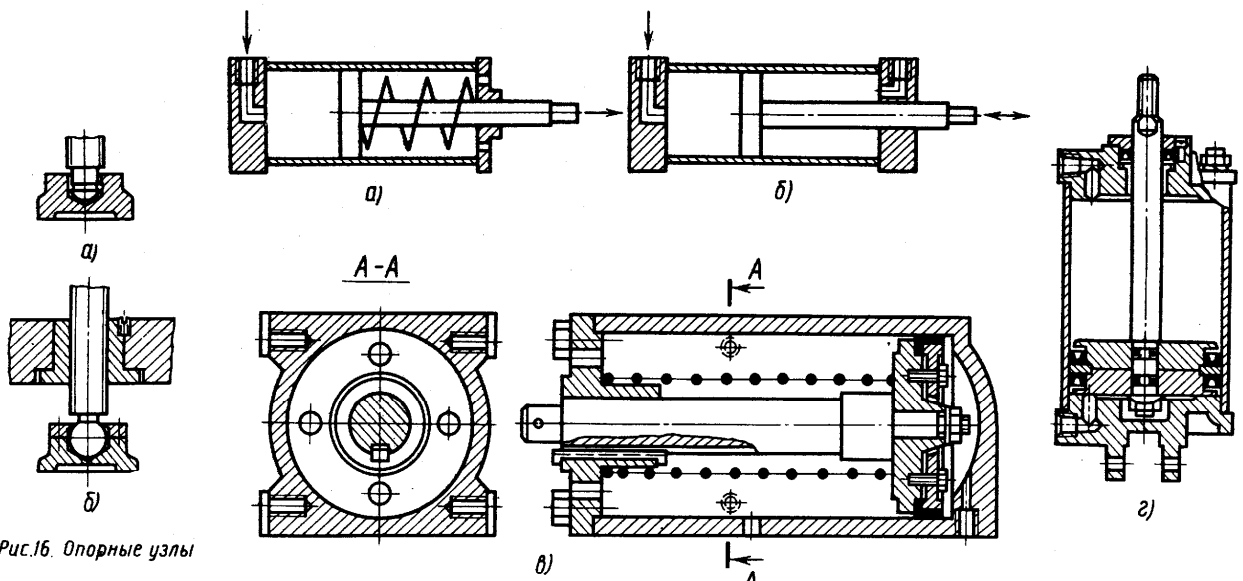


Рис. 16. Опорные узлы

Рис. 17. Пневмоцилиндры одностороннего и двустороннего действия

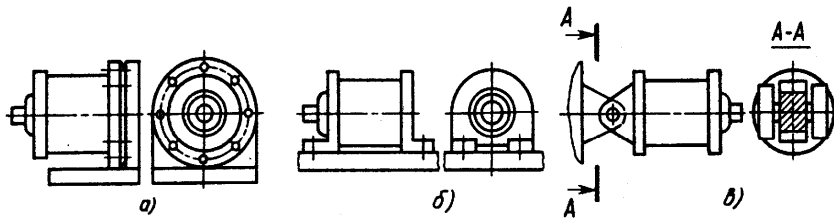


Рис. 18. Способы крепления пневмоцилиндров

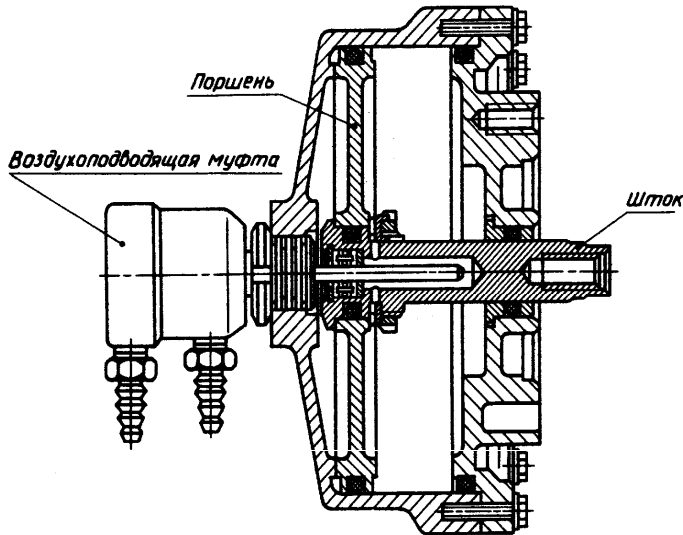
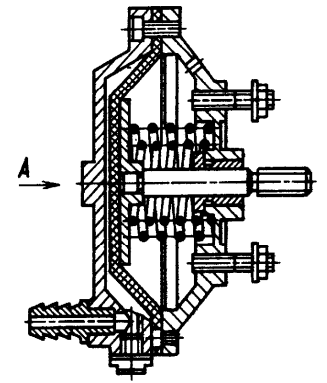


Рис. 19. Вращающийся пневмоцилиндр



вид А

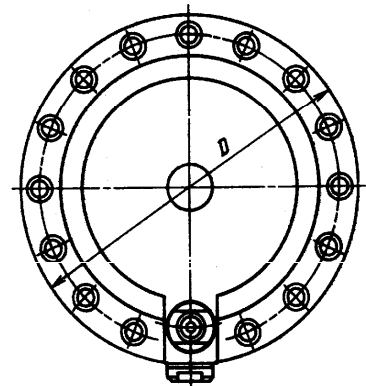


Рис. 20. Диафрагменная пневмокамера одностороннего действия

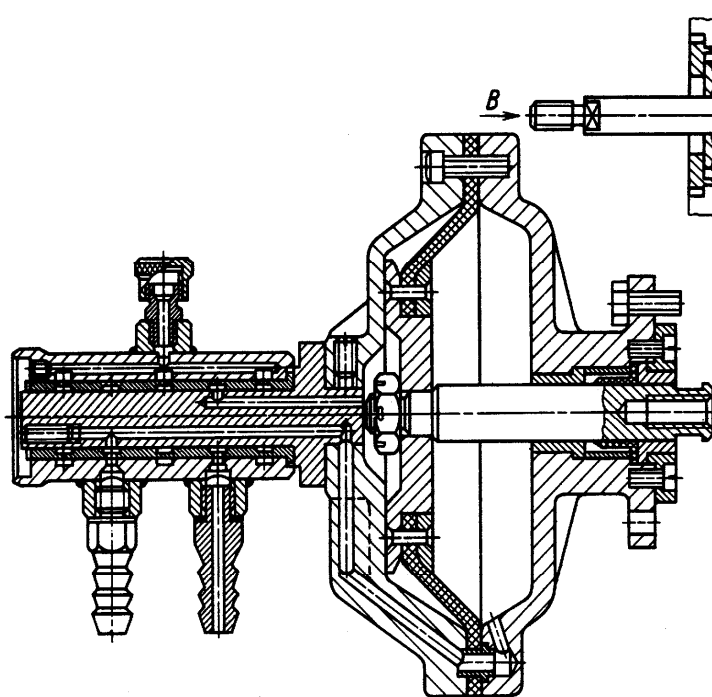
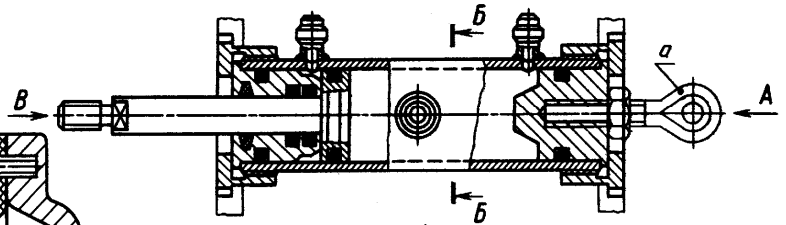
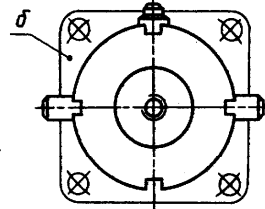


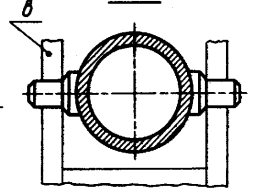
Рис. 21. Вращающаяся пневмокамера двустороннего действия



вид А



Б-Б



вид В

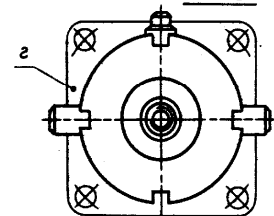


Рис. 22. Гидропривод двустороннего действия: а, б, в, г - элементы возможного крепления цилиндра

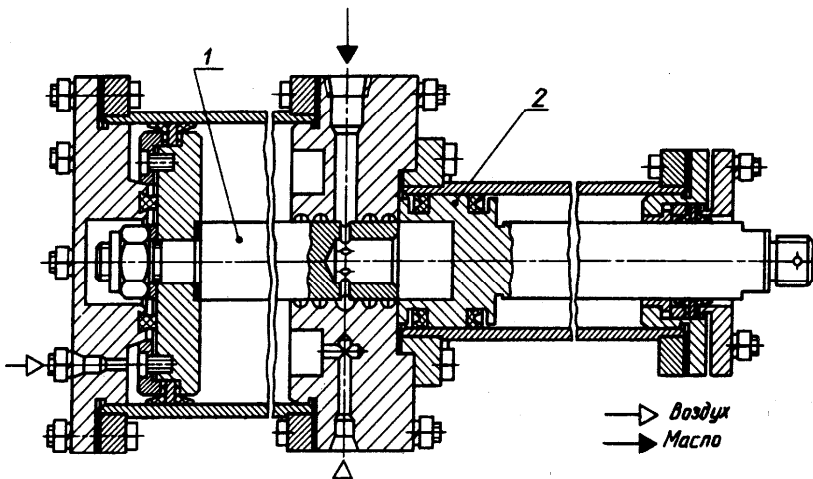


Рис. 23. Пневмогидравлический усилитель

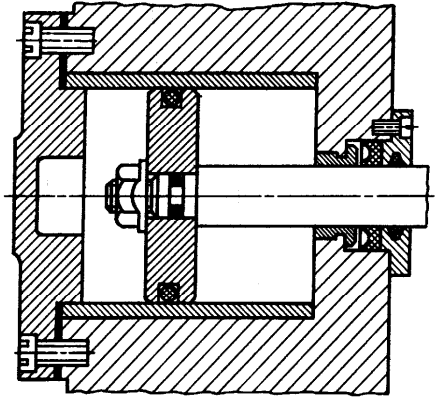


Рис. 24. Типовая компоновка встроенного пневмоцилиндра

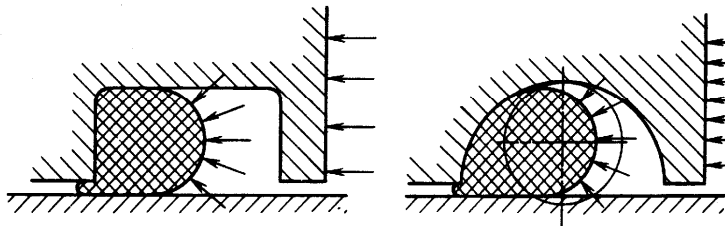


Рис. 25. Схема действия резинового кольца

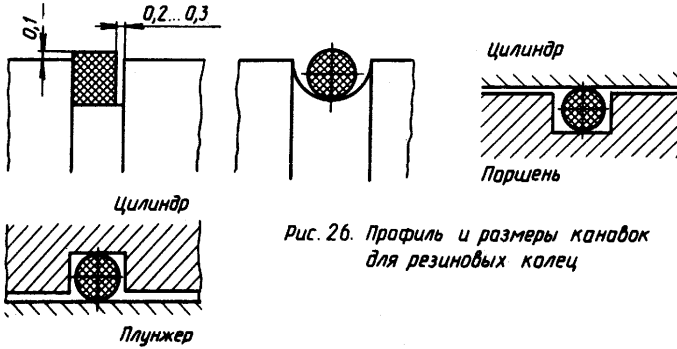


Рис. 26. Профиль и размеры канавок для резиновых колец

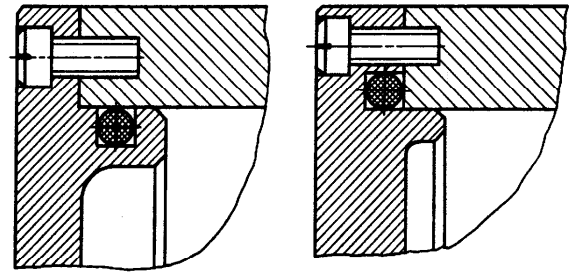


Рис. 27. Уплотнение крышек резиновыми кольцами круглого сечения

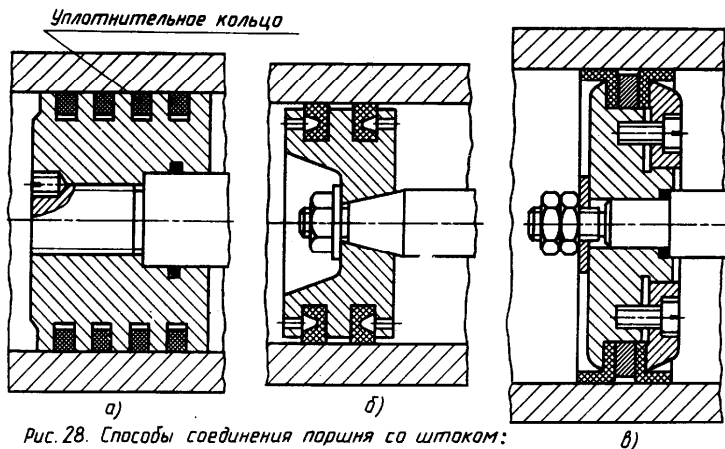


Рис. 28. Способы соединения поршня со штоком: а - на резьбе; б - на конусе; в - с помощью натяга

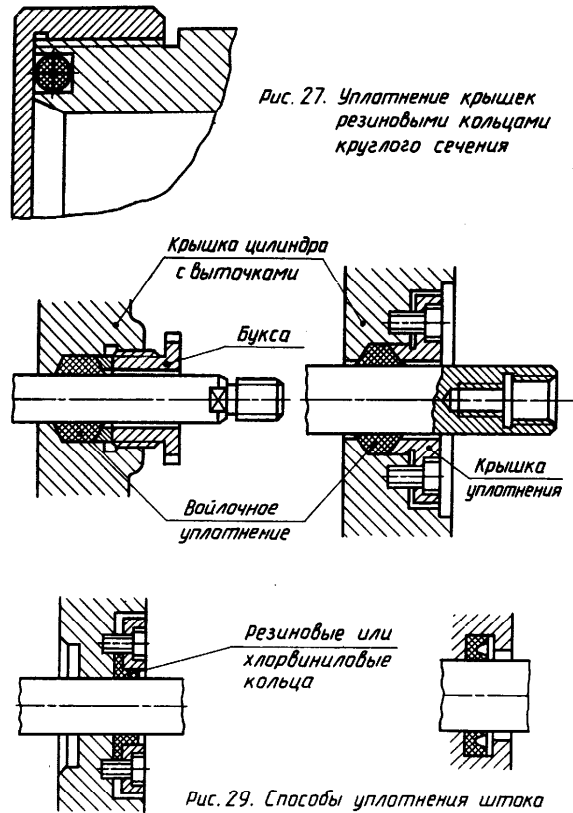


Рис. 29. Способы уплотнения штока и крышки цилиндра

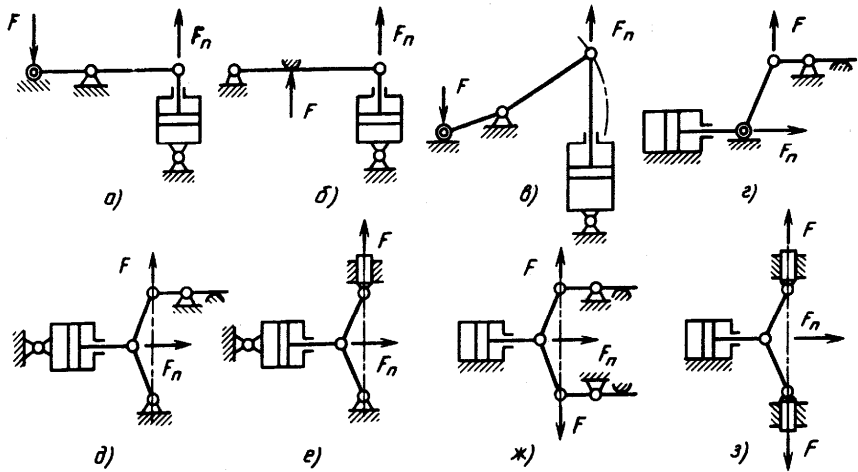


Рис. 30. Кинематические схемы рычажных механических усилителей к приводам сборочно-зажимных устройств

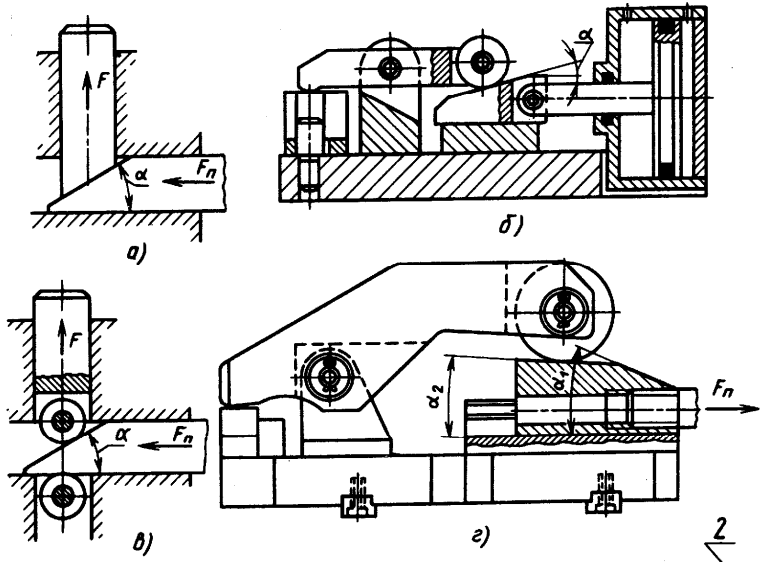
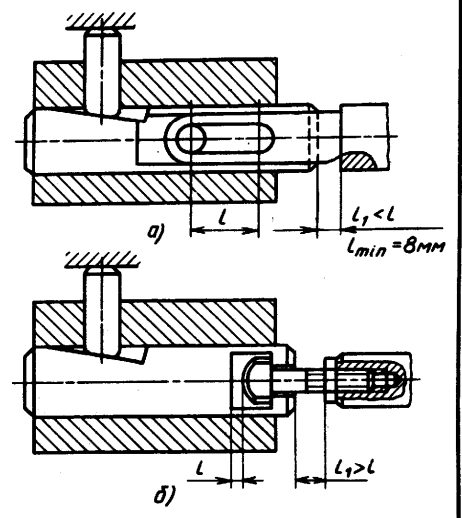


Рис. 31. Клиновые механизмы-усилители

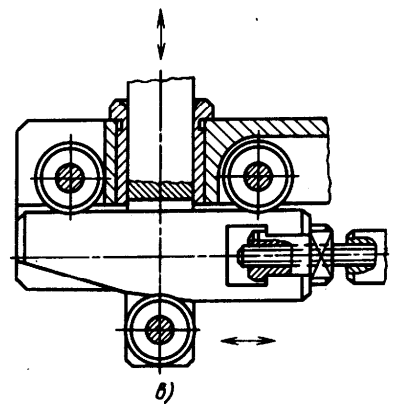


Рис. 32. Соединение клина со штоком: а-вилкой; б-резьбовым пальцем; в-резьбовой втулкой

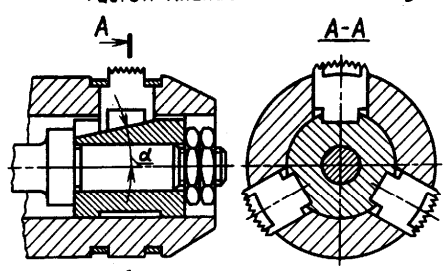


Рис. 33. Разжимной патрон

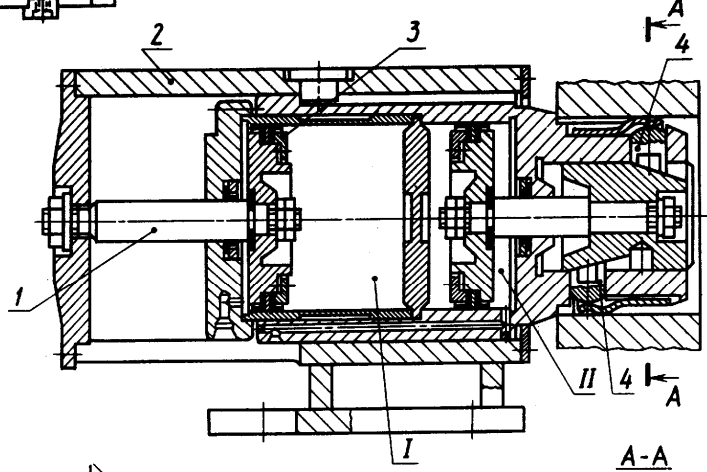


Рис. 35. Центрирующая пневматическая оправка

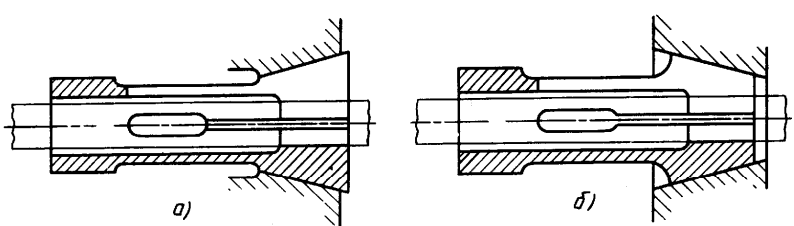


Рис. 34. Типы цанг

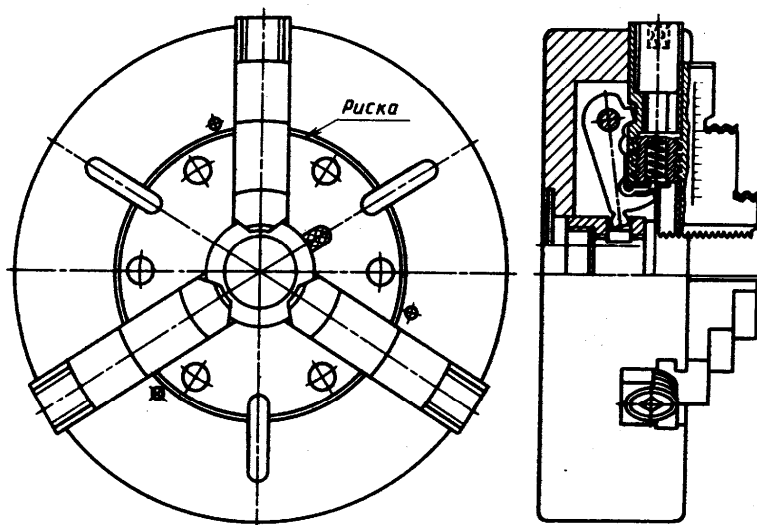


Рис. 36. Универсальный пневматический патрон

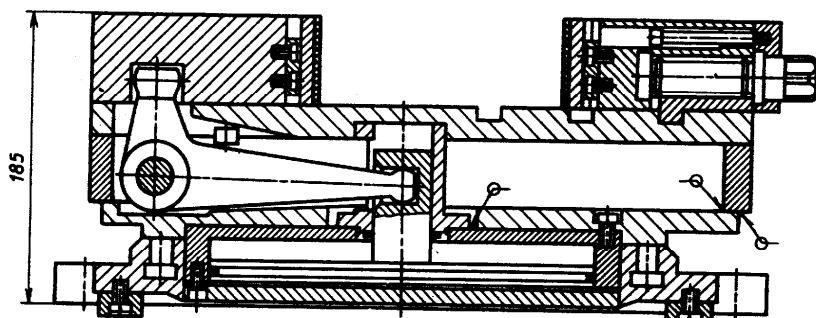
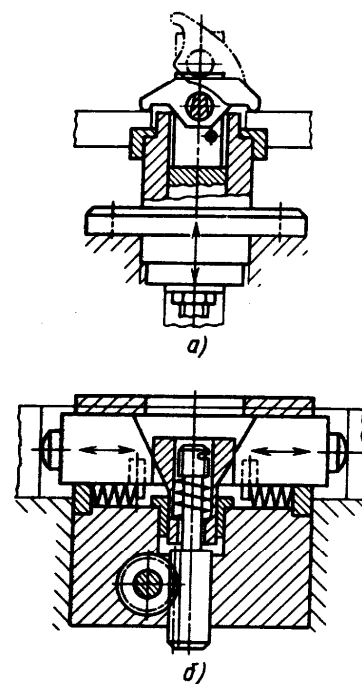


Рис. 37. Пневматические тиски

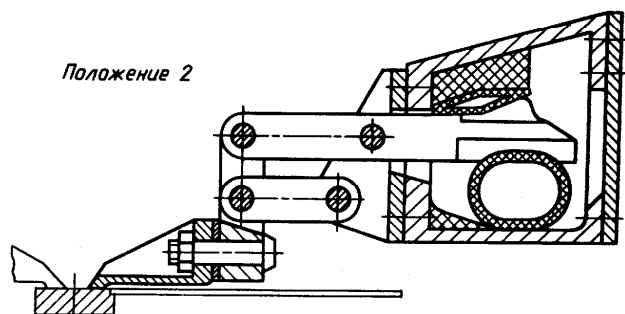
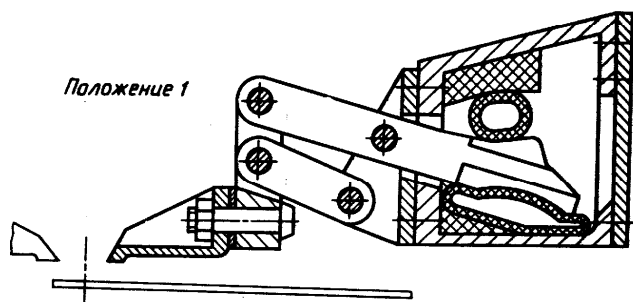
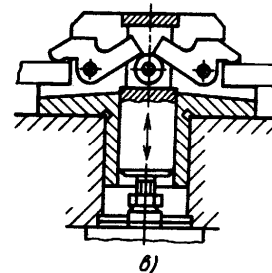


Рис. 38. Пневмошланговое зажимное приспособление, сближающее стыкуемые кромки

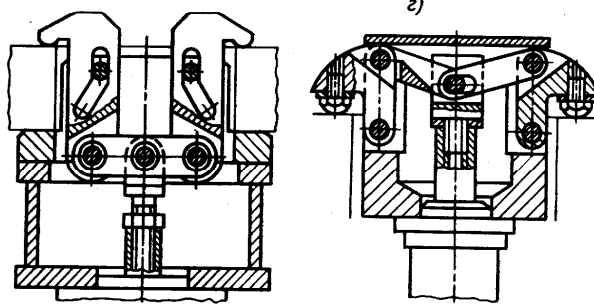
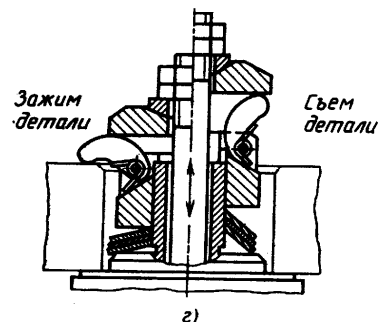


Рис. 39. Откидные зажимные устройства

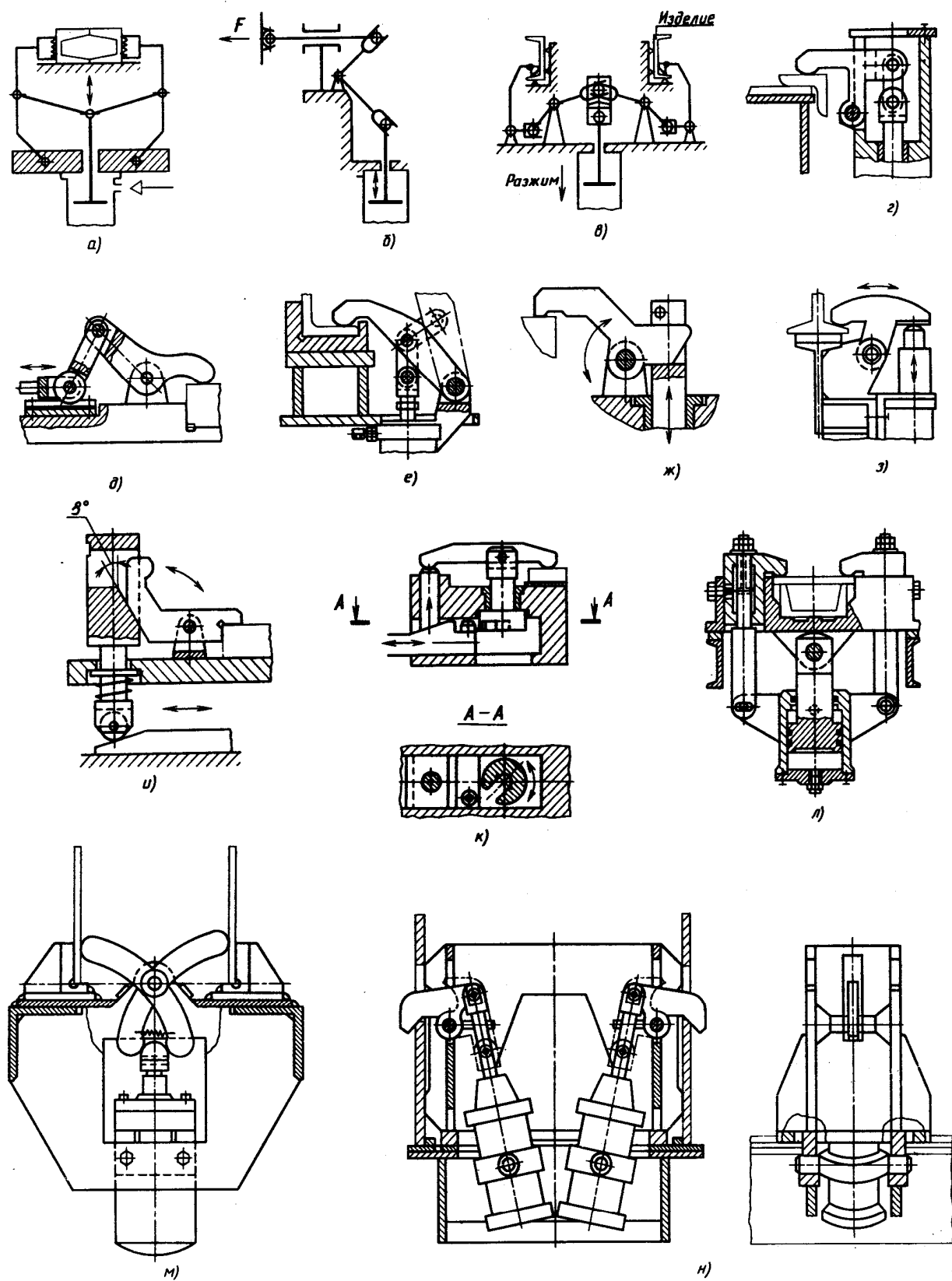


Рис. 40. Варианты зажимных устройств

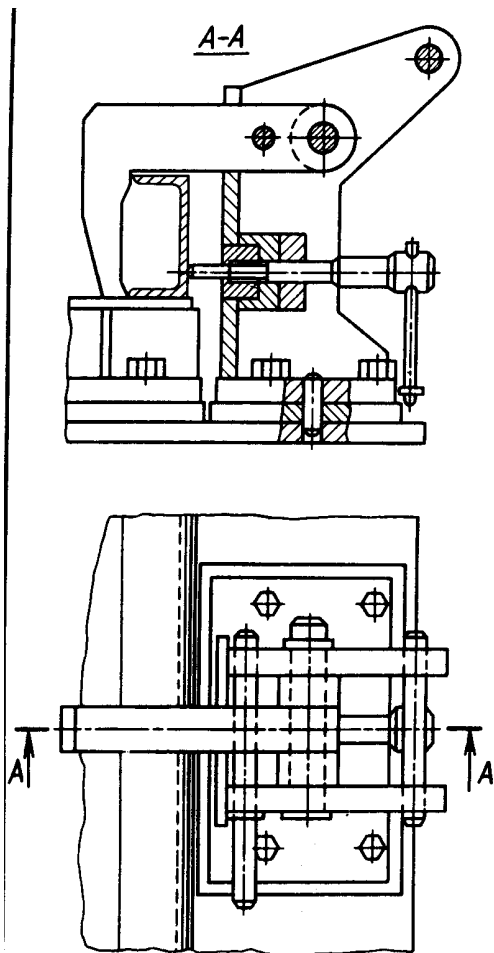


Рис. 41. Стойка с ручным прижимом

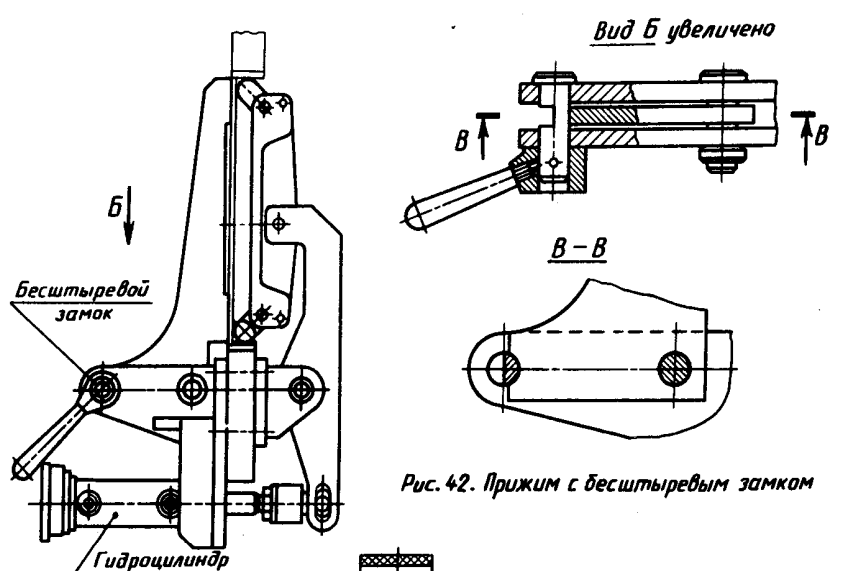


Рис. 42. Прижим с бесштыревым замком

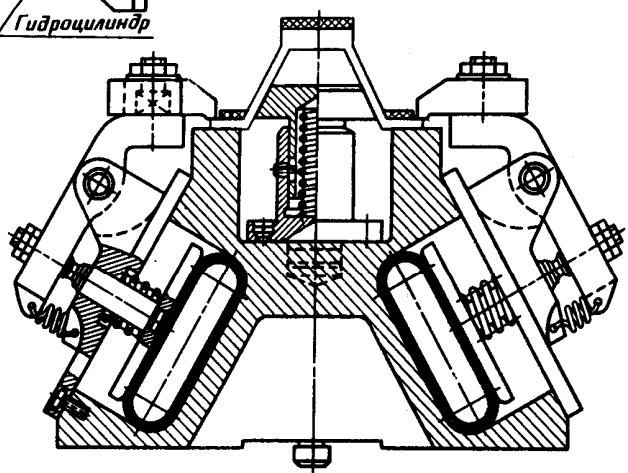


Рис. 43. Приспособление с силовыми камерами из дюритовых шлангов

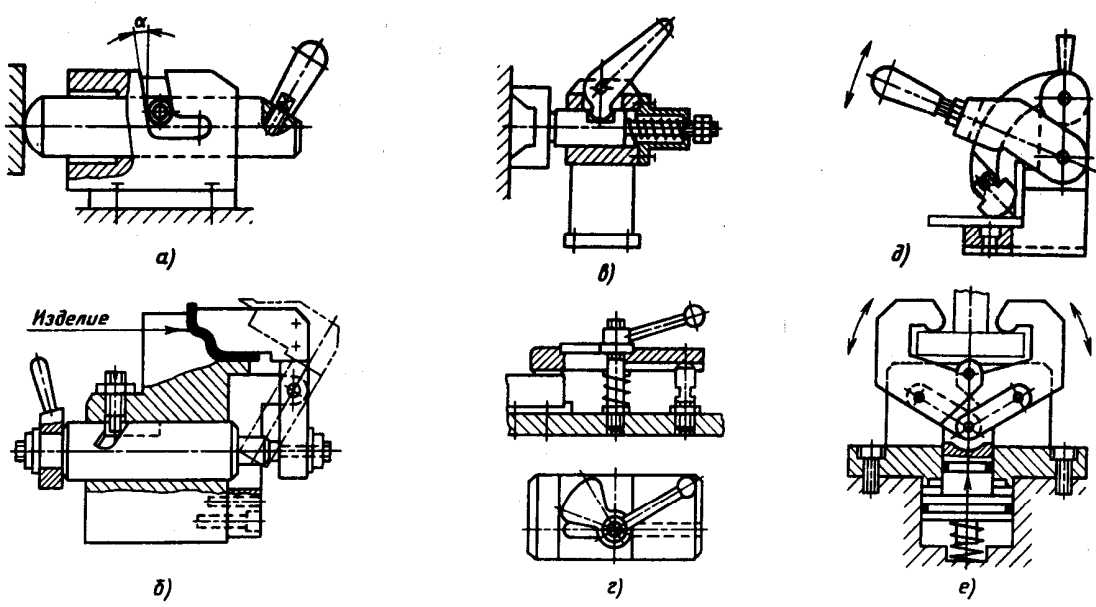


Рис. 44. Быстродействующие байонетные (а, б), ручные (в, г, д) и самозажимной (е) прижимы

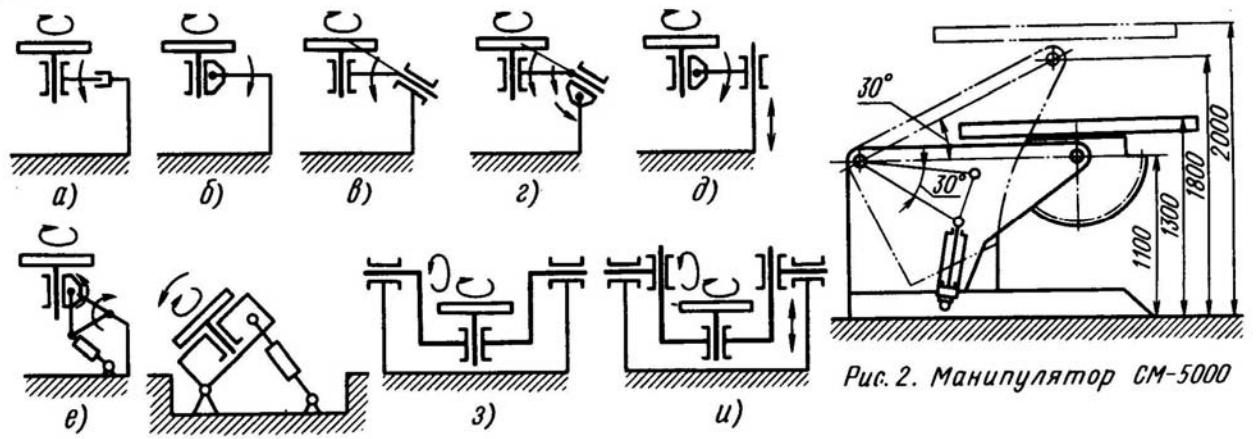


Рис. 2. Манипулятор СМ-5000

Рис. 1. Структурные схемы манипуляторов

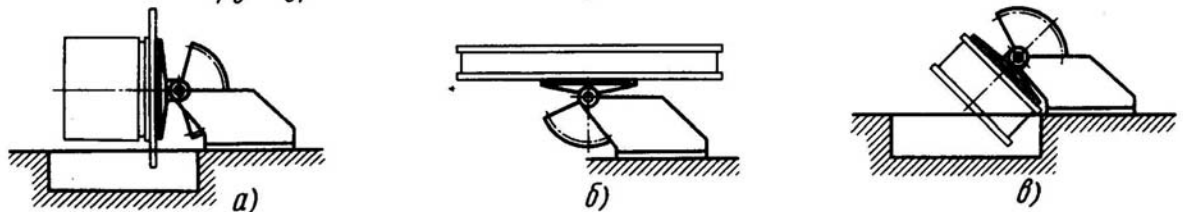


Рис. 3. Примеры использования манипуляторов

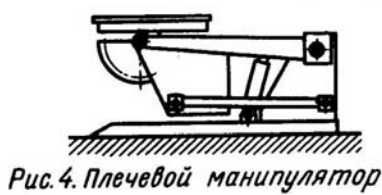
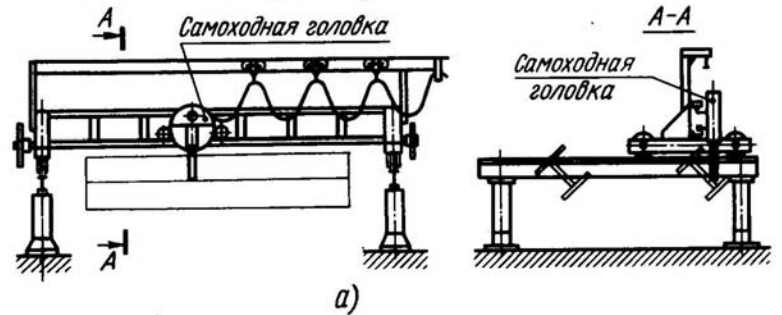
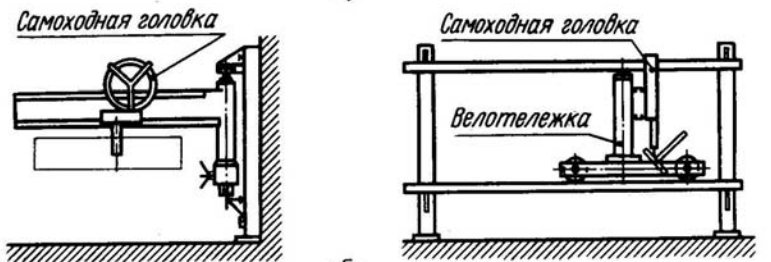


Рис. 4. Плечевой манипулятор



а)



б)

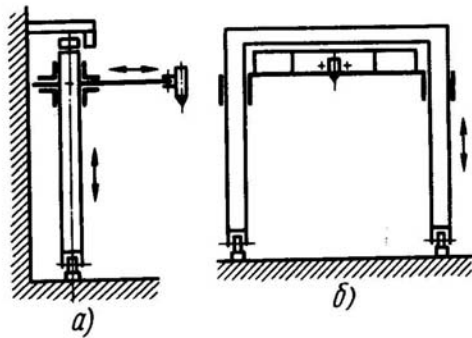


Рис. 5. Схемы тележек для сварочных аппаратов

Рис. 6. Схемы установок для автоматической сварки прямолинейных швов

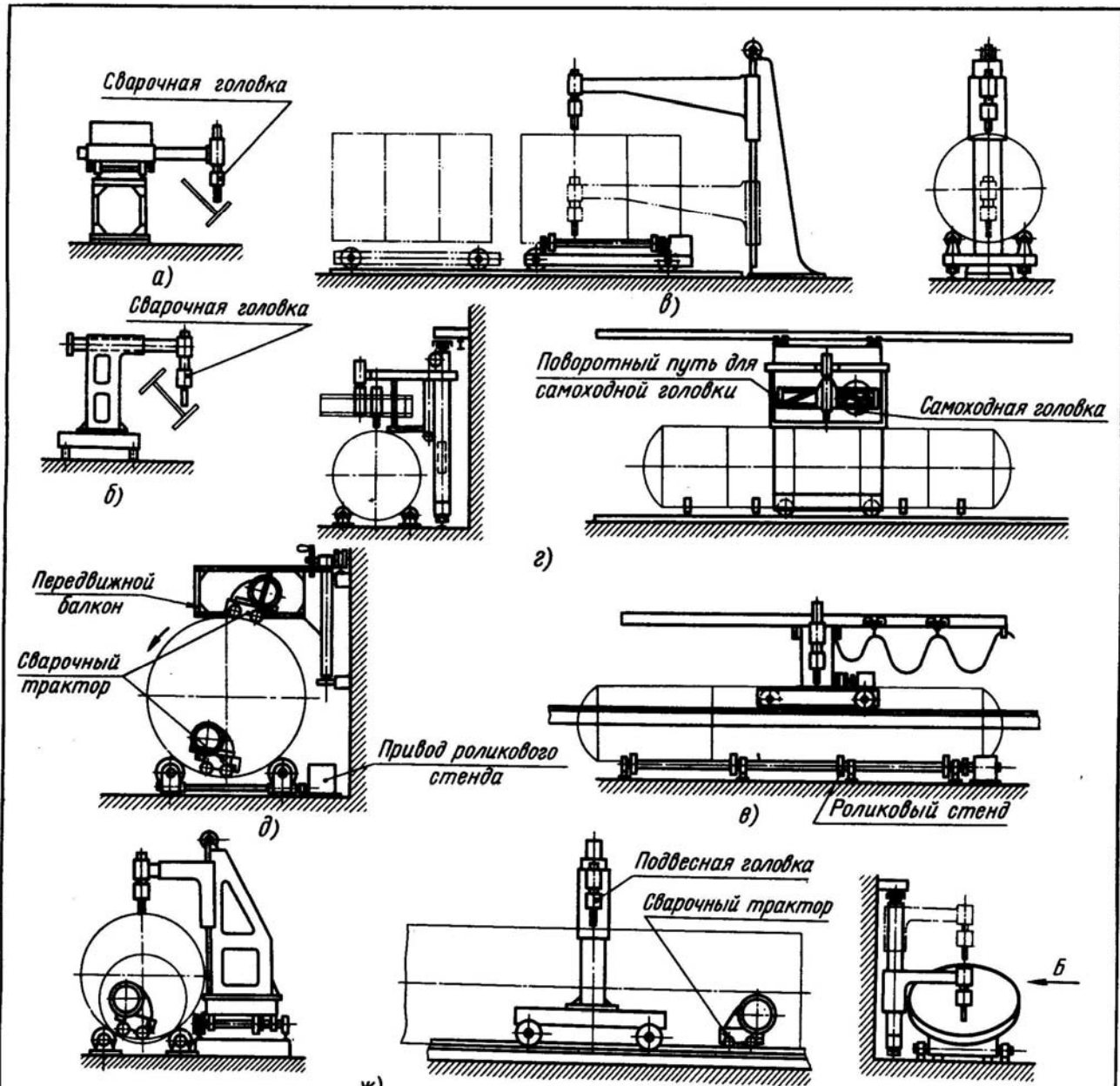


Рис. 7. Установки для сварки прямолинейных и кольцевых швов 3500

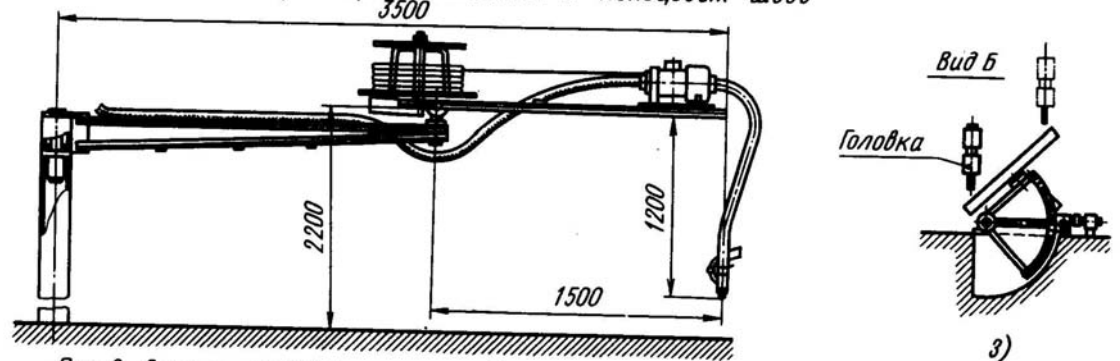


Рис. 8. Схема подвески полуавтомата

Компоновка сборочно-сварочных приспособлений


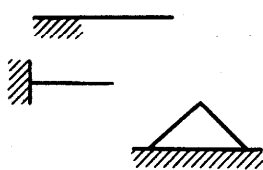

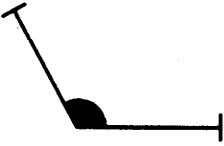
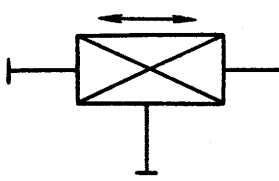

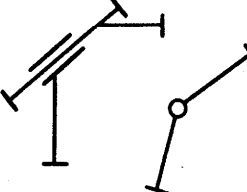
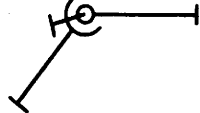

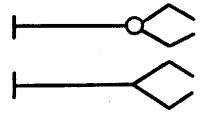
Звено	
Неподвижное закрепление звена	
Цилиндрическое соединение звеньев	
Жесткое соединение звеньев	
Подвижное соединение с перемещением вдоль прямых направляющих	
Винтовое подвижное соединение	
Плоское шарнирное соединение звеньев	
Шаровой шарнир с пальцем	
Шаровой шарнир	
Захватное устройство с зажимными элементами: подвижными неподвижными	

Рис.1. Условные обозначения элементов структурных кинематических схем промышленных роботов

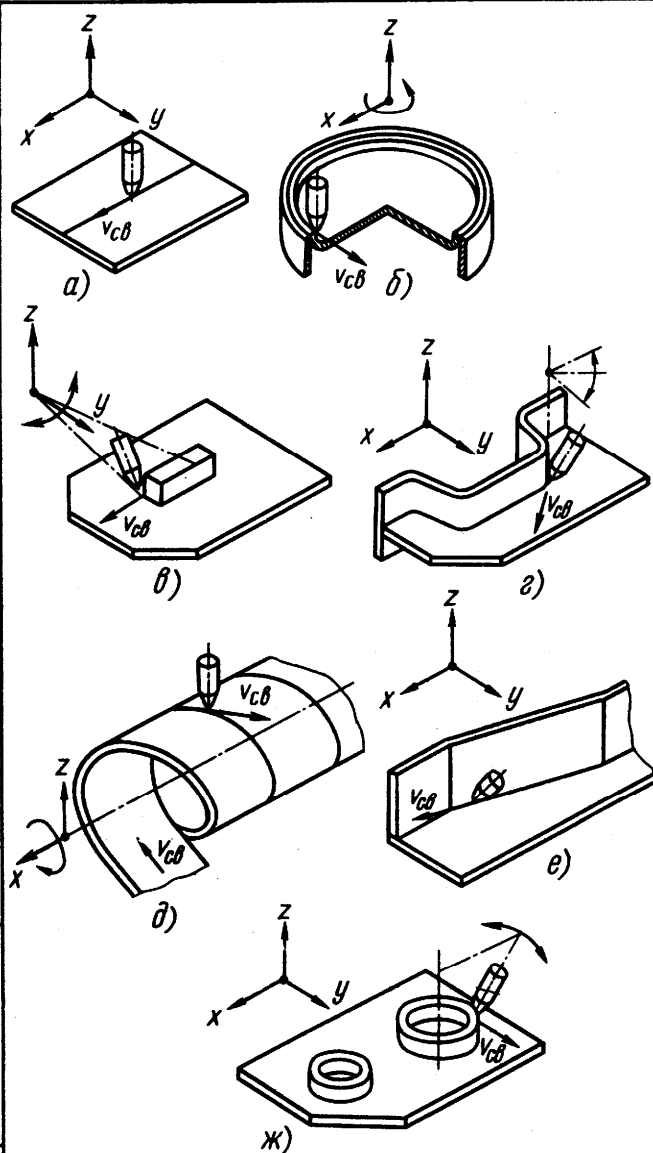


Рис.2. Основные группы швов: а, б, д — строго ориентированные; в, е — нестрого ориентированные; г, ж — произвольные

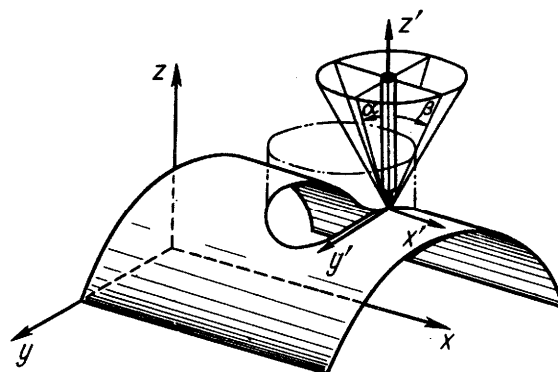


Рис.3. Направление перемещений электрода при дуговой сварке криволинейных пространственных швов

С и с т е м а к о о р д и н а т	прямоугольная	<p>Схема системы координат</p>	<p>Кинематическая схема</p>	<p>Конструктивная схема</p>
	цилиндрическая			
	сферическая			
	угловая (антропоморфная)			

Рис. 4. Основные схемы базовых механизмов роботов

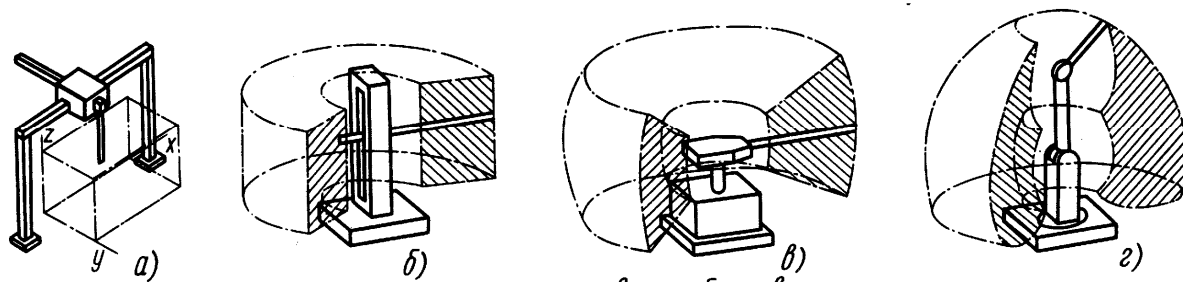


Рис. 5. Рабочее пространство роботов

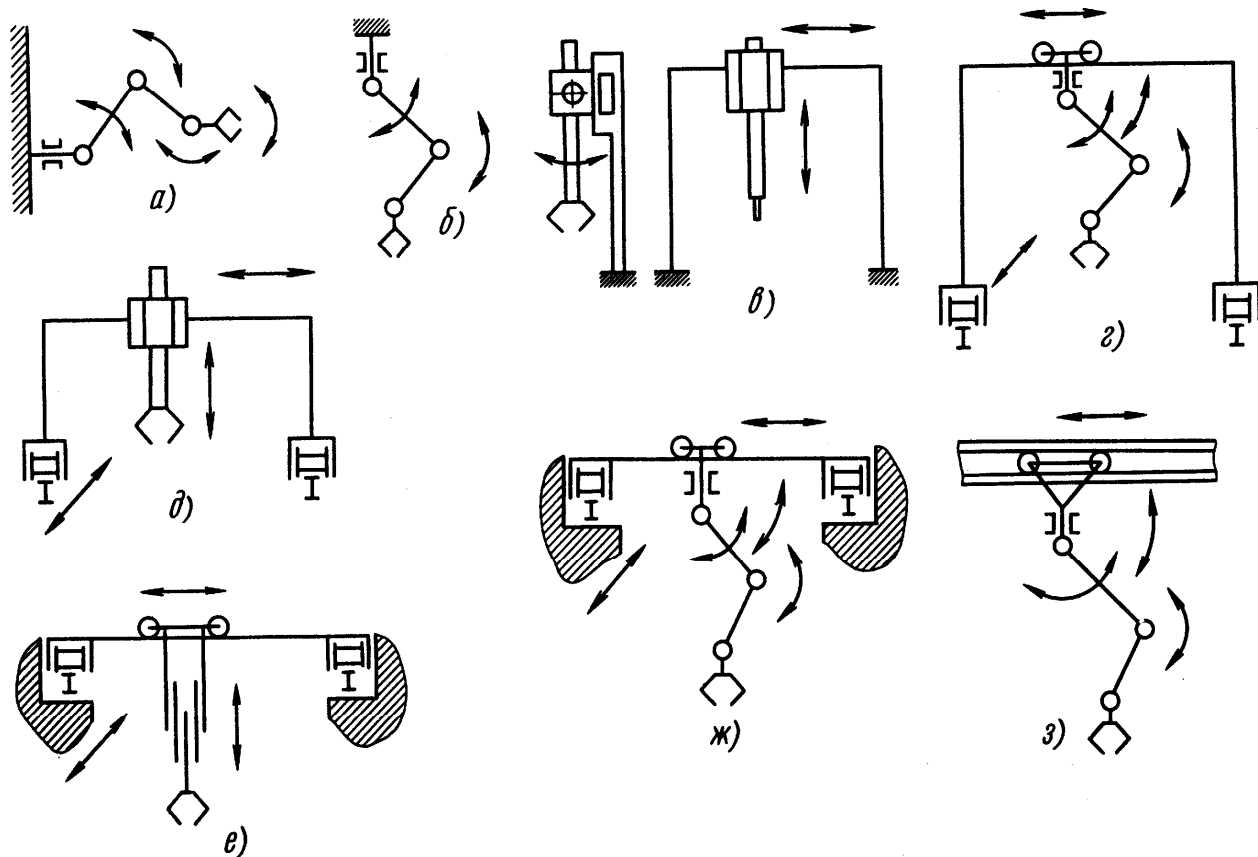


Рис. 6. Разновидности конструктивно-компоновочных схем роботов

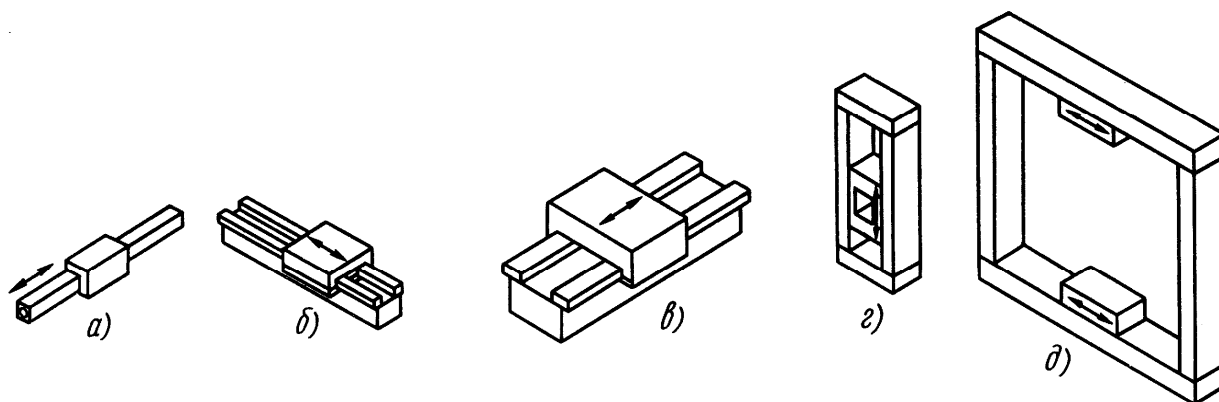


Рис. 7. Схема однокоординатного модуля (а) и устройств его прямолинейного перемещения (б...д)

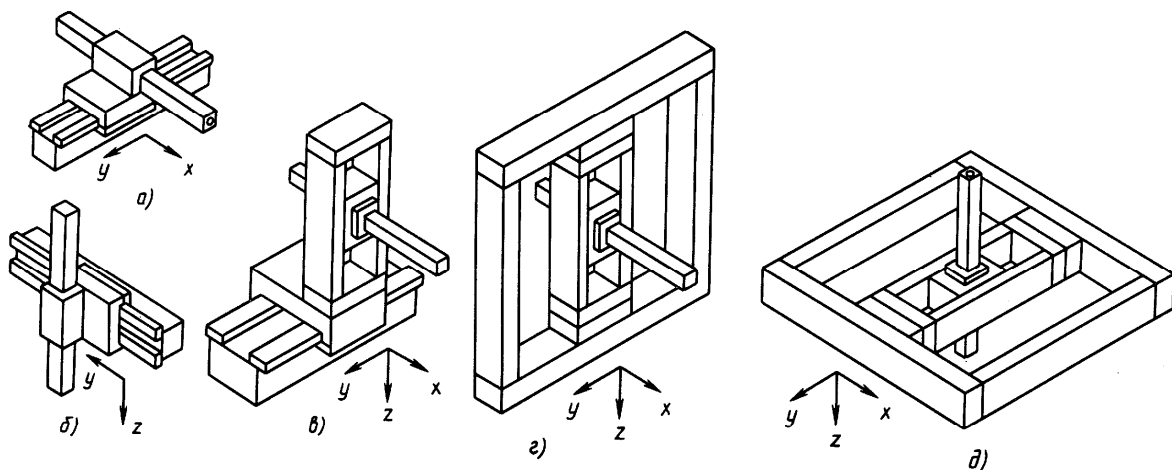


Рис. 8. Схемы агрегирования устройств перемещения однокоординатного модуля

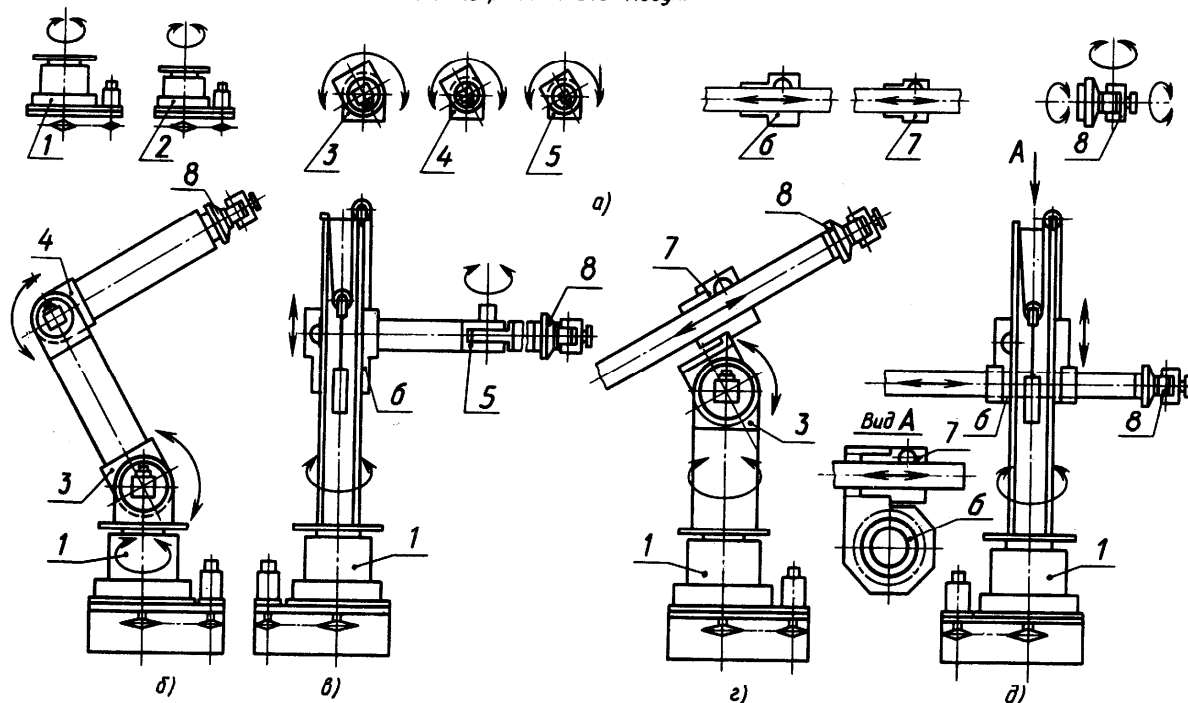


Рис. 9. Модули вращательных и прямолинейных движений (а) и работы, собранные из них (б...г)

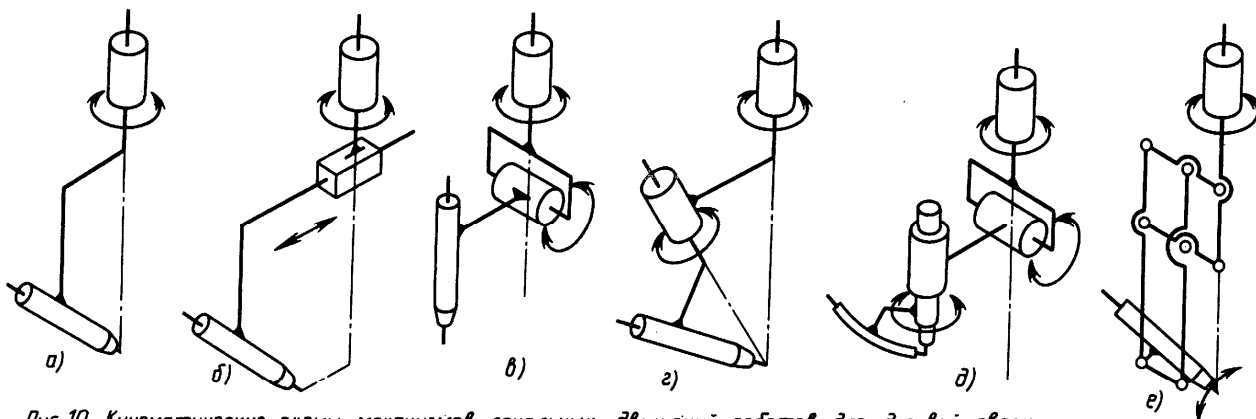


Рис. 10. Кинематические схемы механизмов локальных движений роботов для дуговой сварки

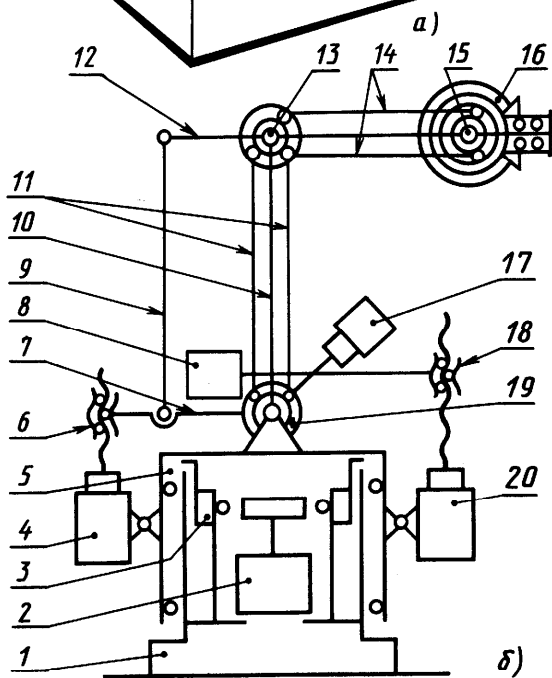
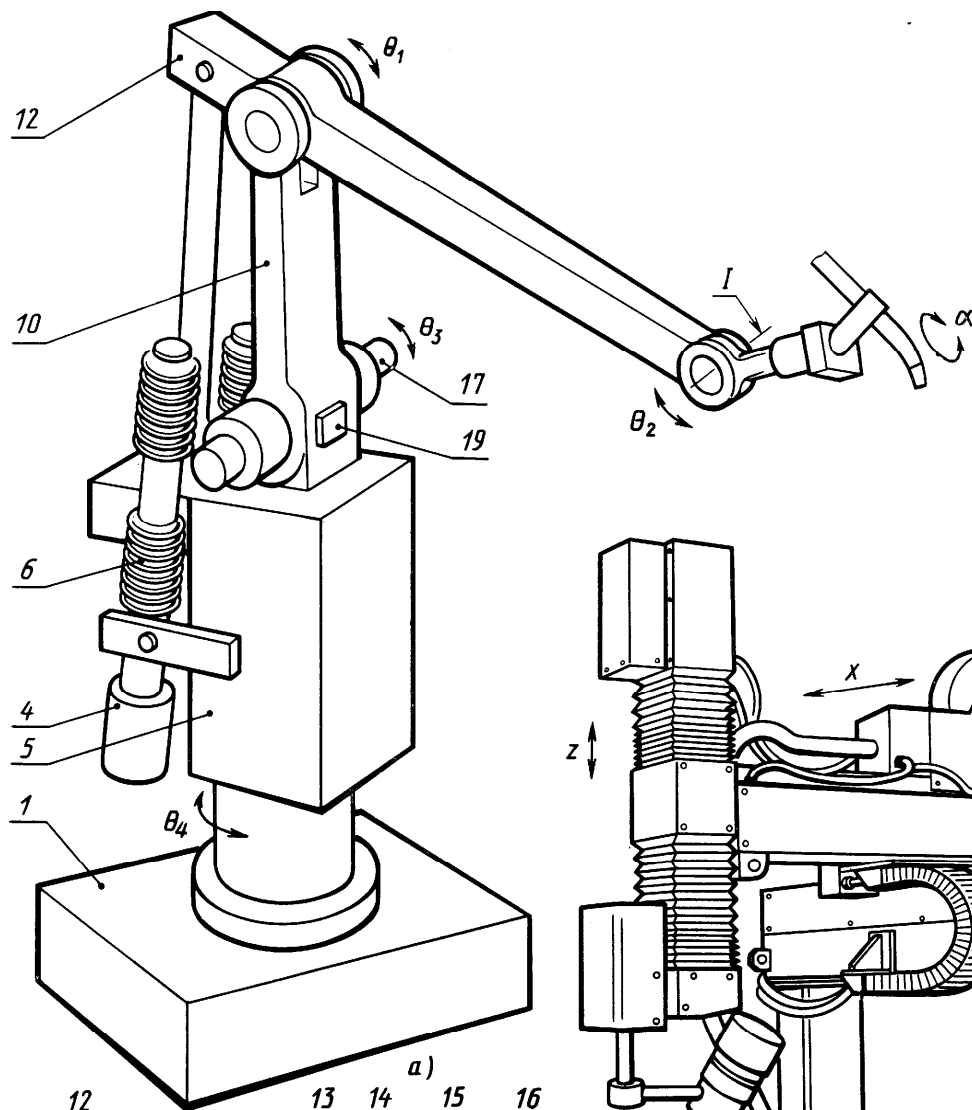


Рис. 11. Робот „Asea I R8-6”

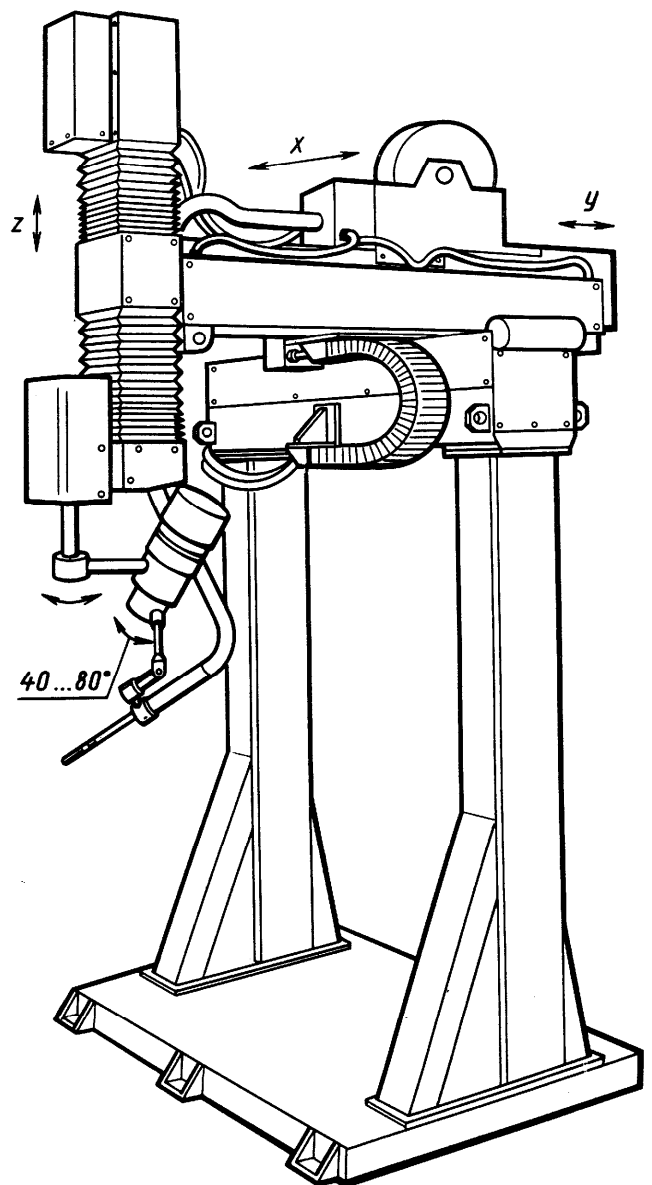


Рис. 12. Робот для дуговой сварки

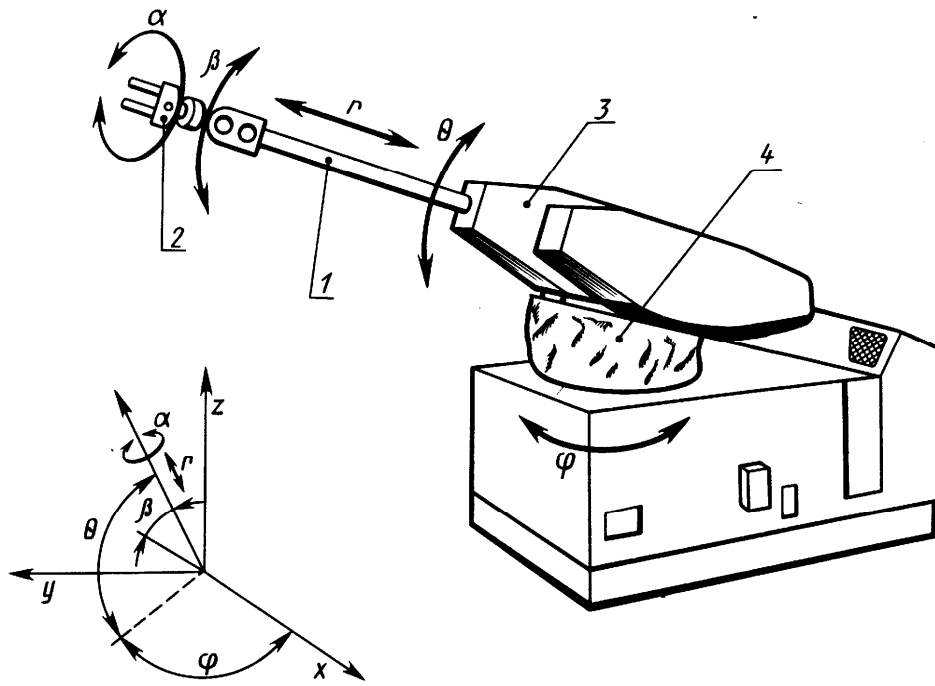


Рис. 13. Базовая компоновка мобильного робота с выдвижной рукой

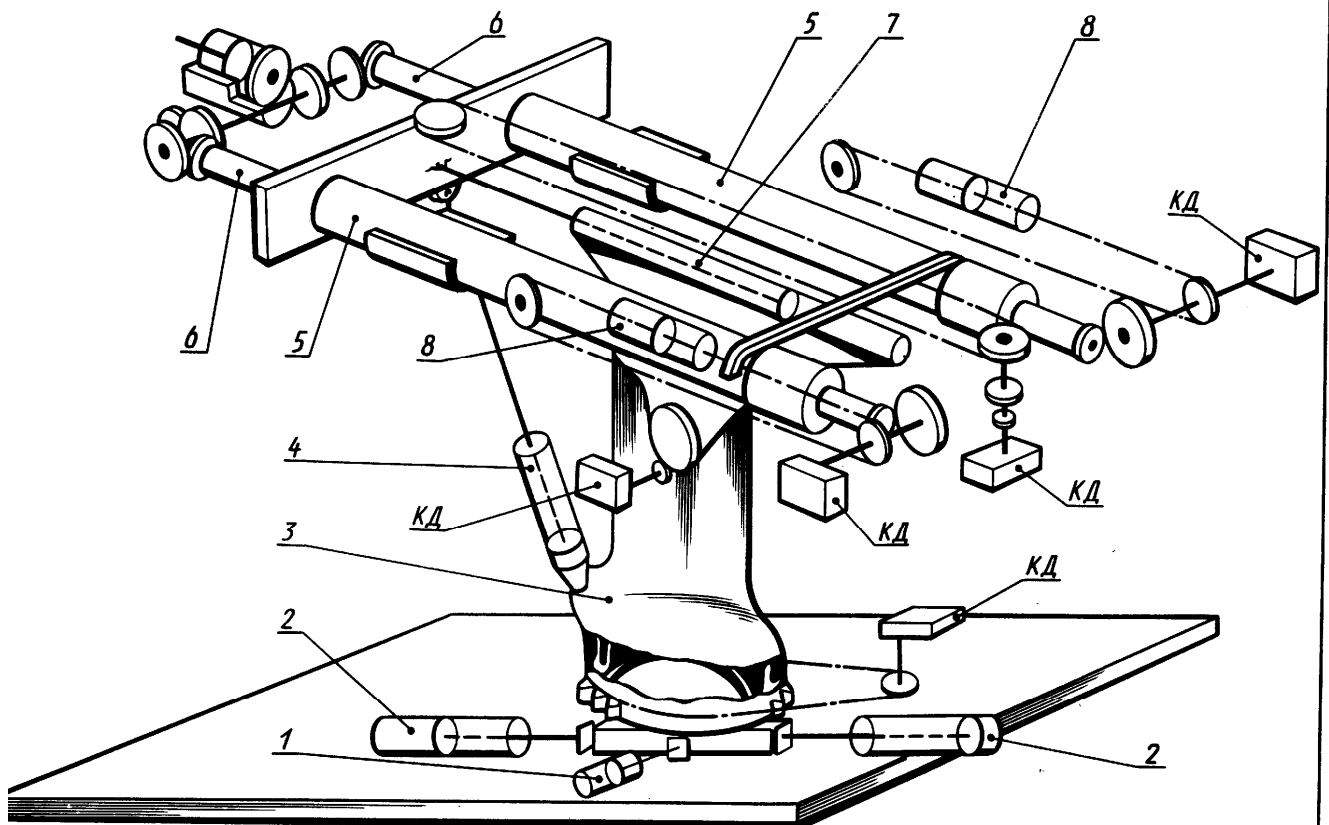


Рис. 14. Схема базового механизма мобильного робота "Unimate"

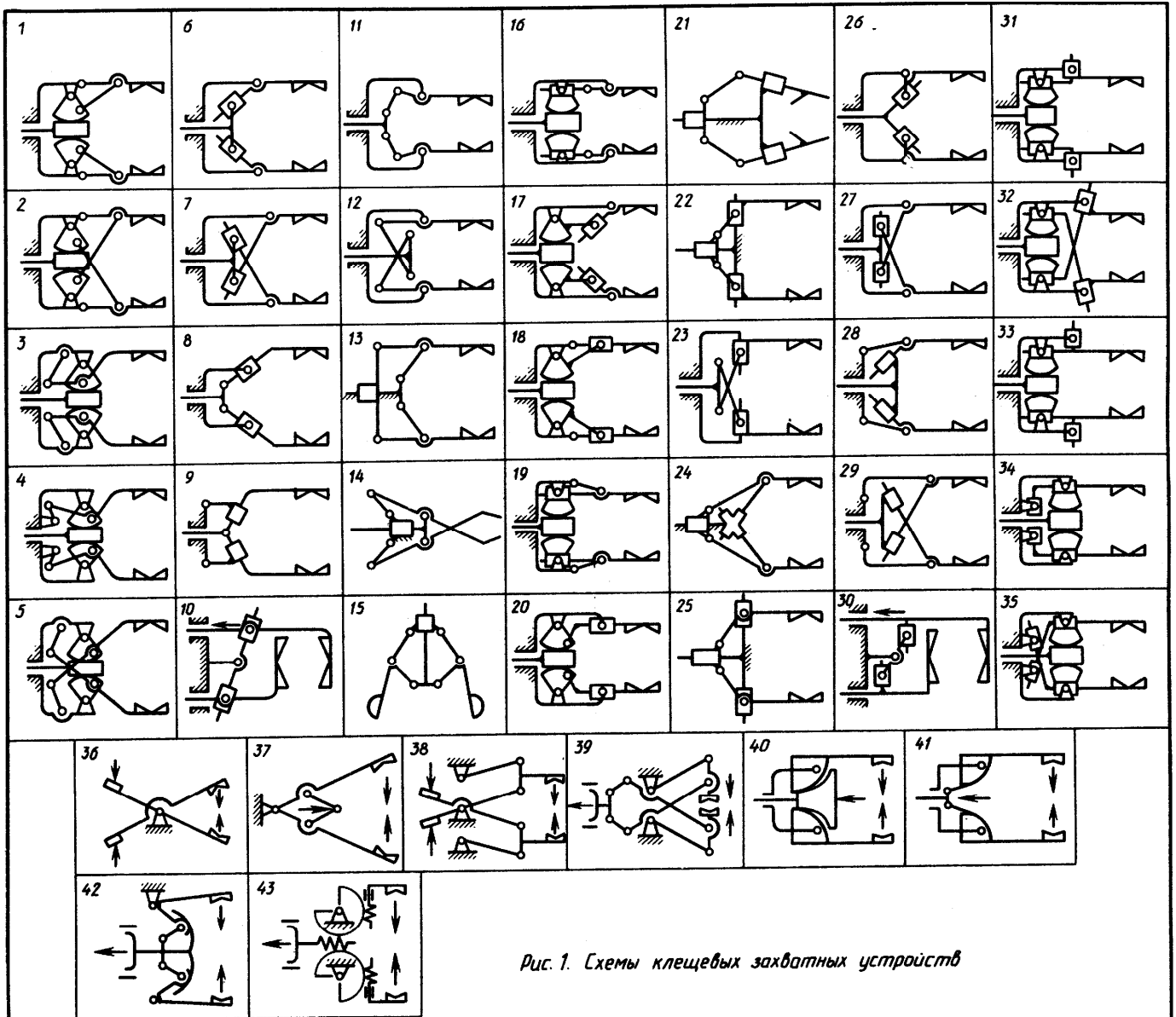


Рис. 1. Схемы клещевых захватных устройств

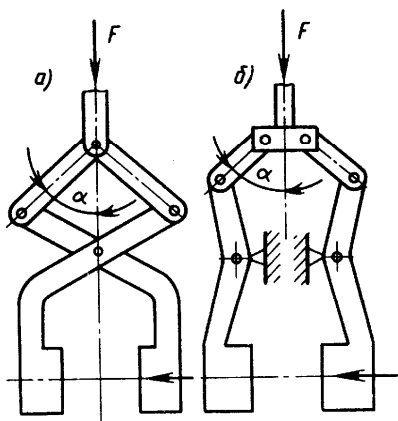


Рис. 2. Клещевые захваты с рычажными механизмами

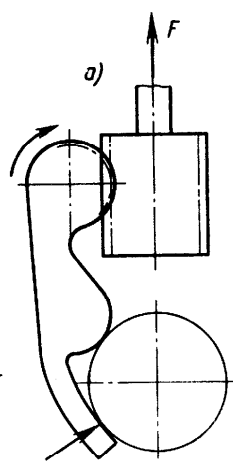


Рис. 3. Реечные механизмы

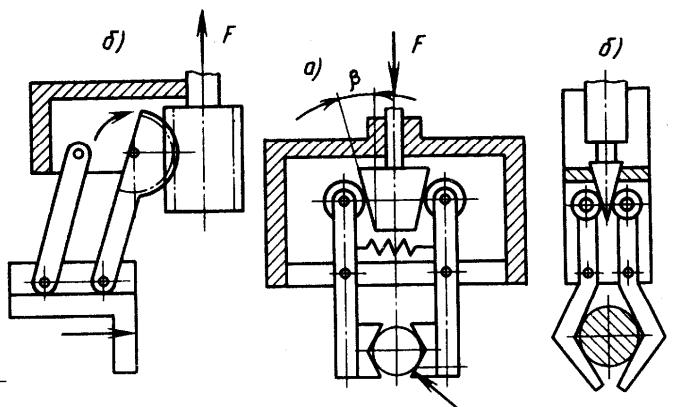


Рис. 4. Клиновые механизмы

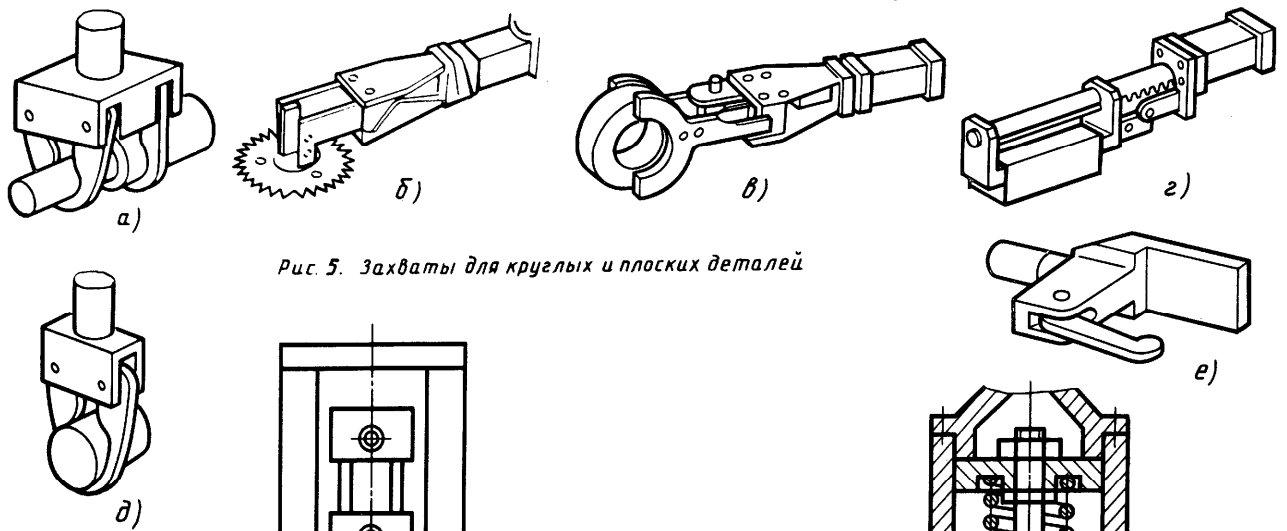


Рис. 5. Захваты для круглых и плоских деталей

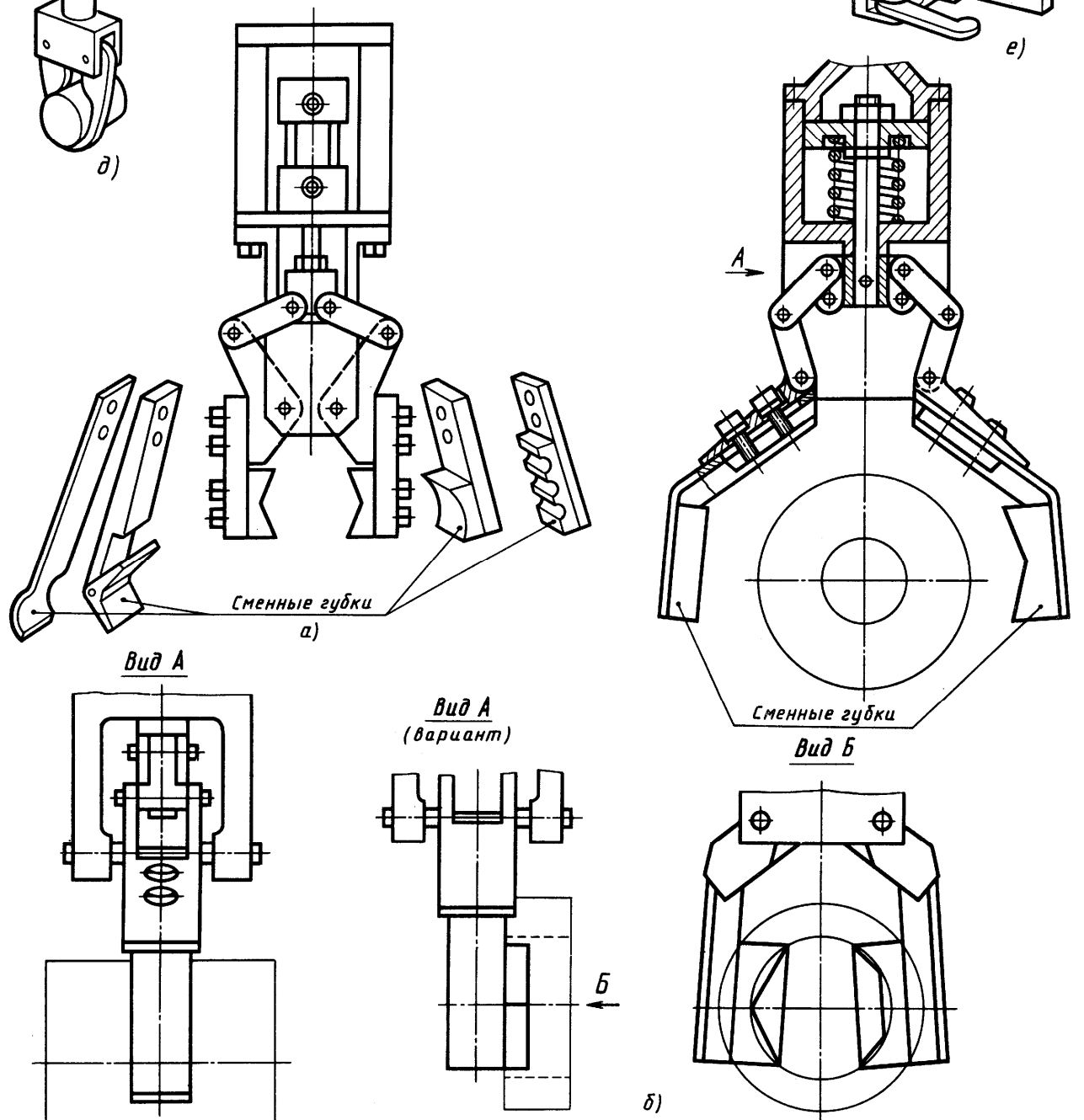


Рис. 6. Широкодиапазонные захватные устройства

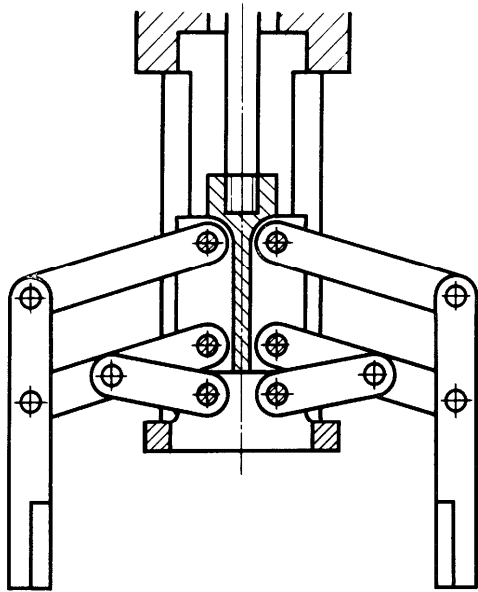


Рис. 7. Параллелограммный механизм захвата

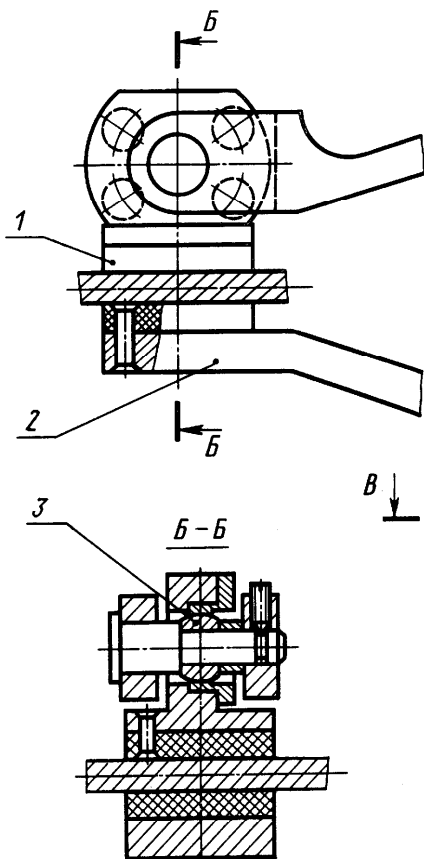


Рис. 11. Захват с самоустанавливающимся верхним зажимным элементом

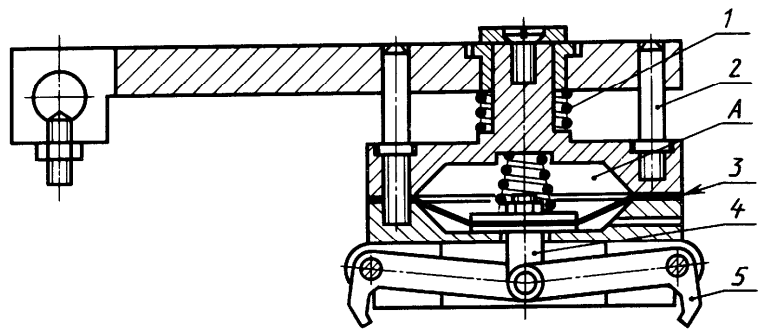


Рис. 8. Диафрагменный захват

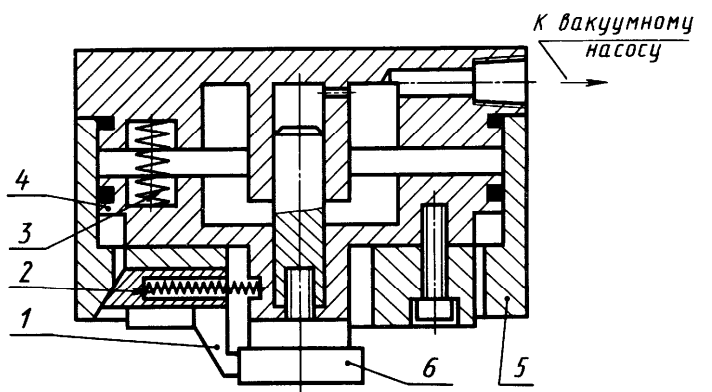


Рис. 9. Трехкулачковый поршневой захват

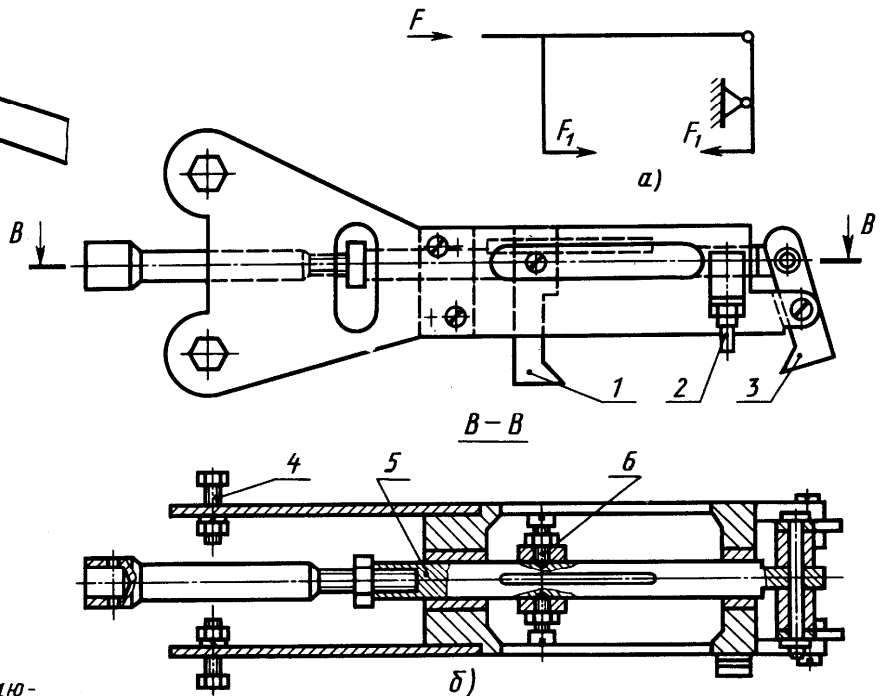


Рис. 10. Трехпалый захват: а - схема; б - конструкция

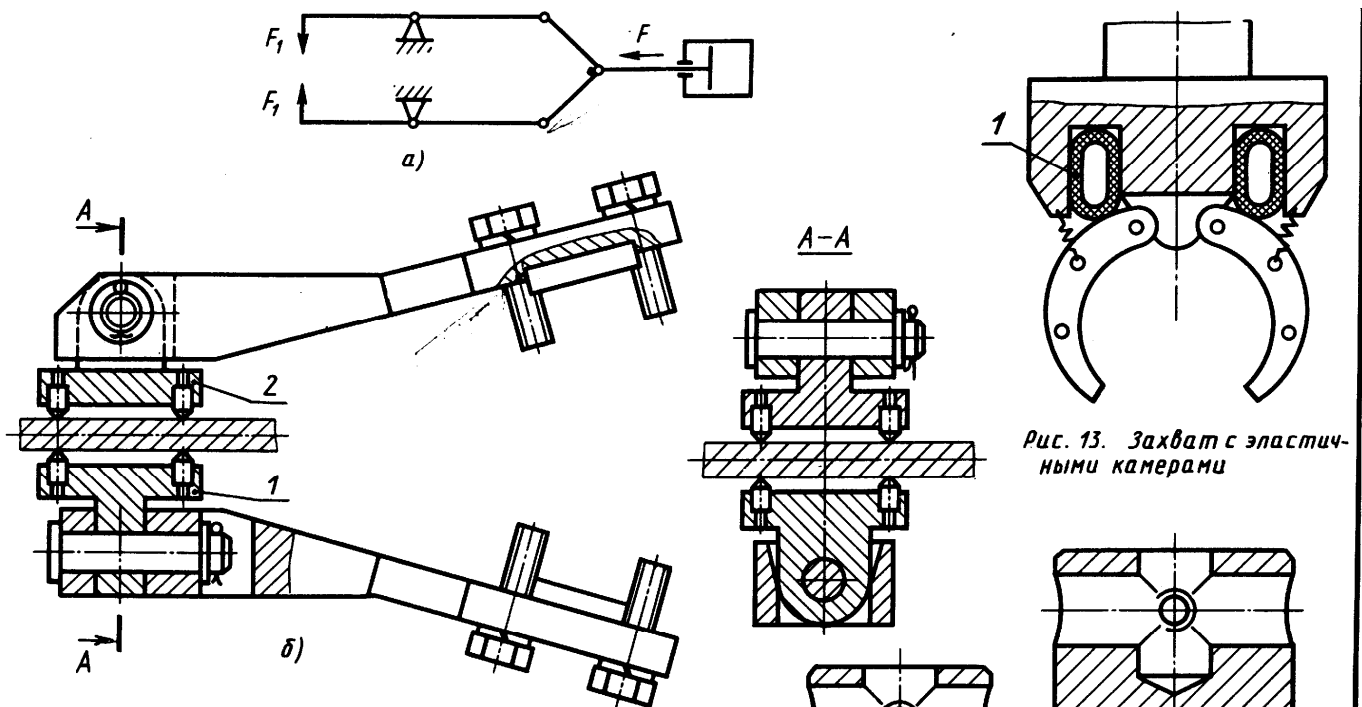


Рис. 12. Самоустанавливающийся рычажный захват: а - схема; б - конструкция

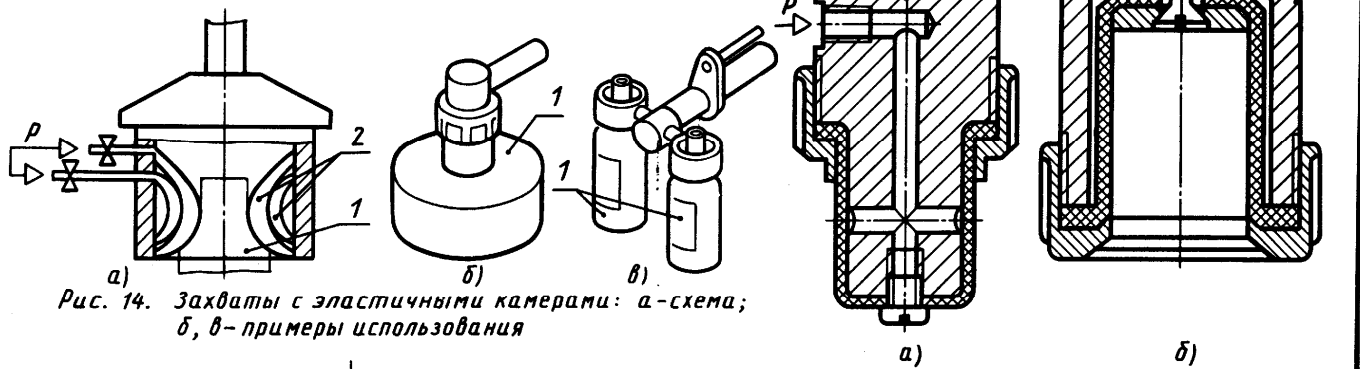


Рис. 14. Захваты с эластичными камерами: а - схема; б, в - примеры использования

Рис. 15. Захваты с эластичными камерами

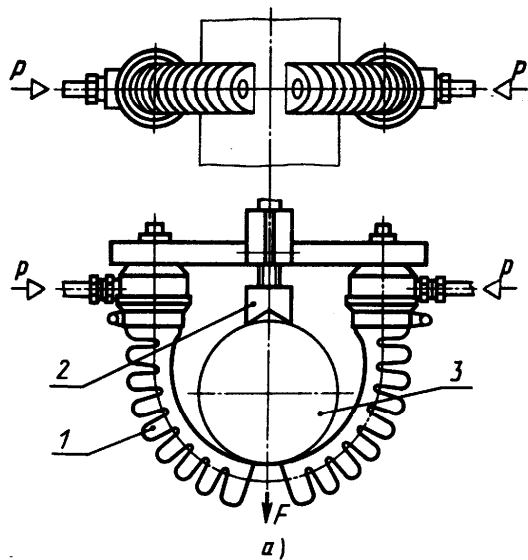
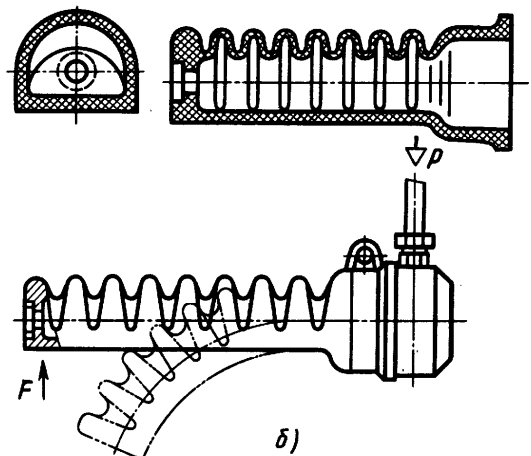


Рис. 16. Базирующие устройства с изгибающимися камерами



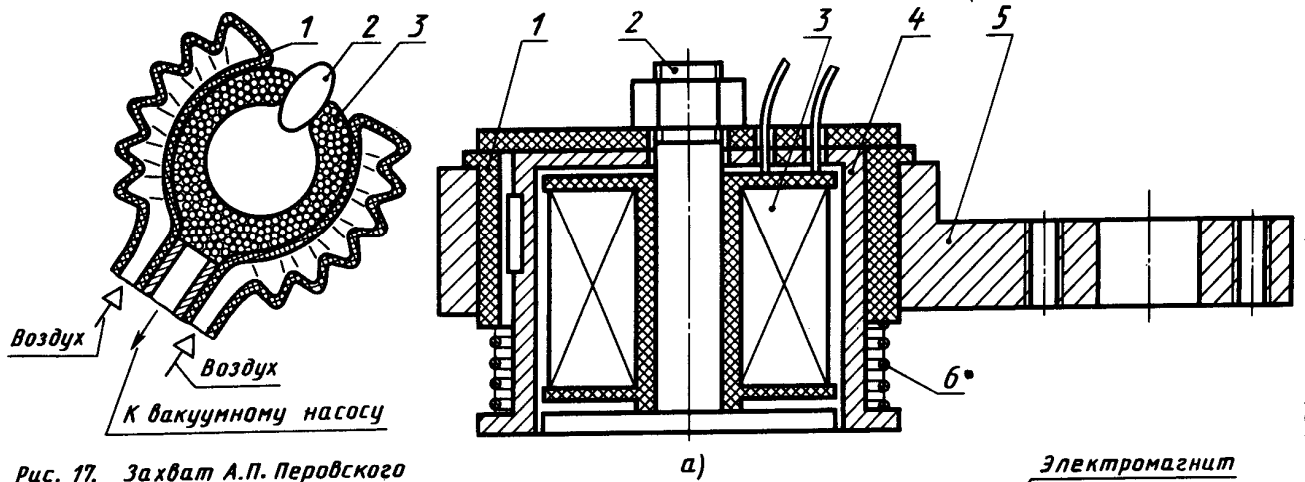


Рис. 17. Захват А.П. Перовского

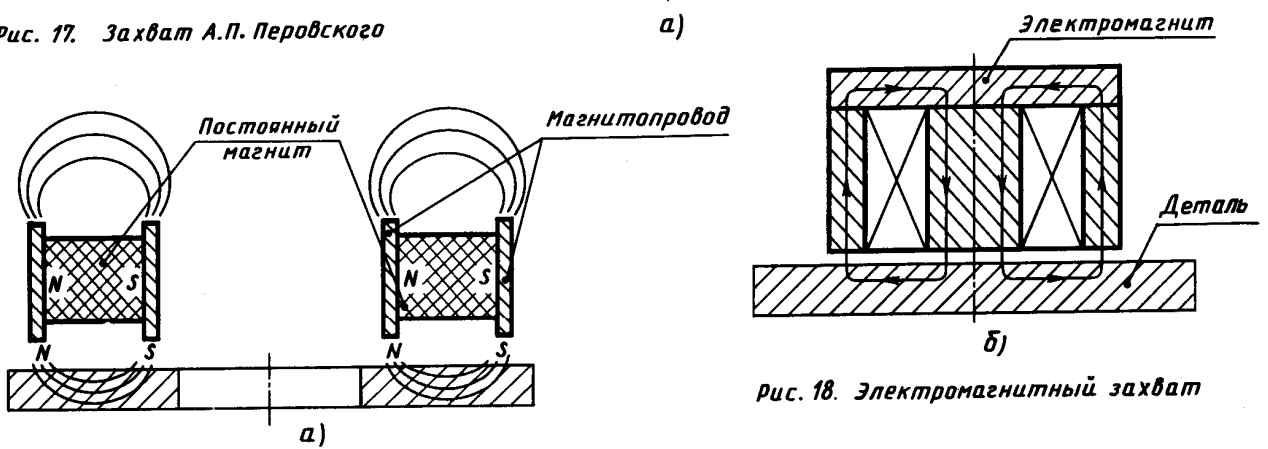


Рис. 18. Электромагнитный захват

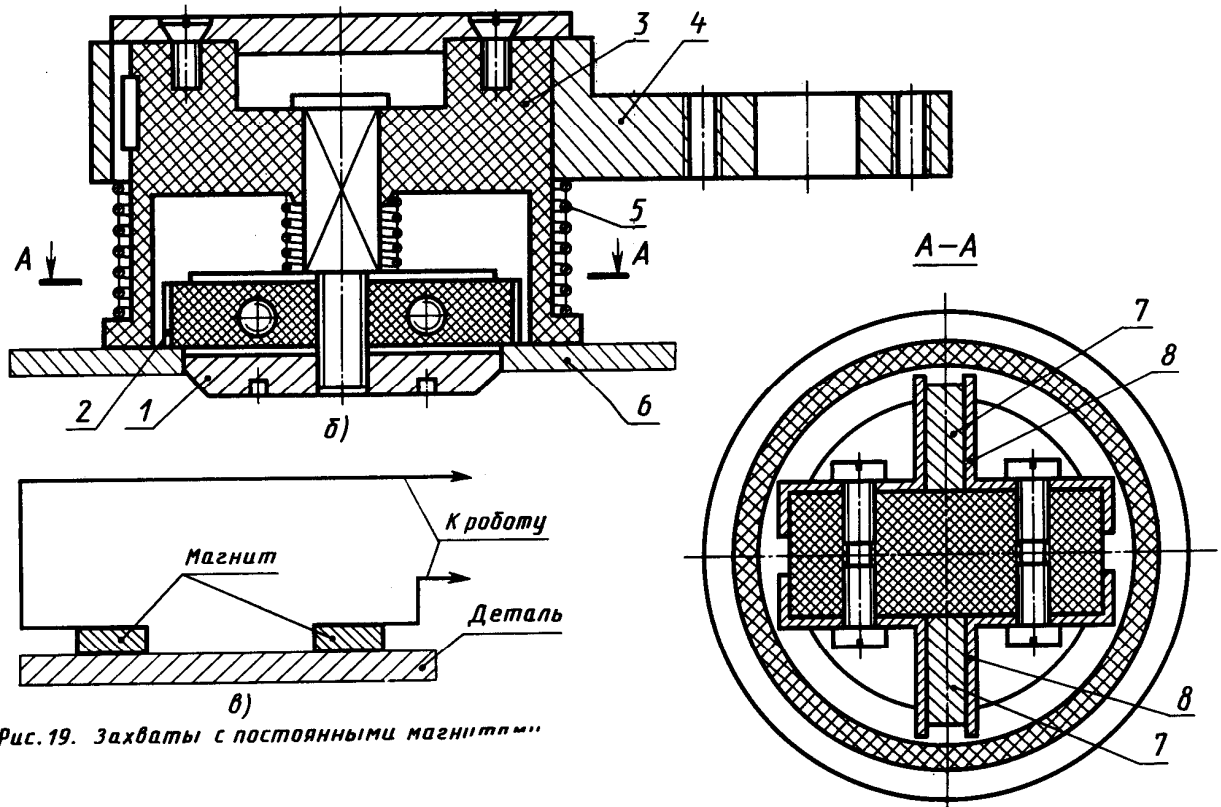


Рис. 19. Захваты с постоянными магнитами

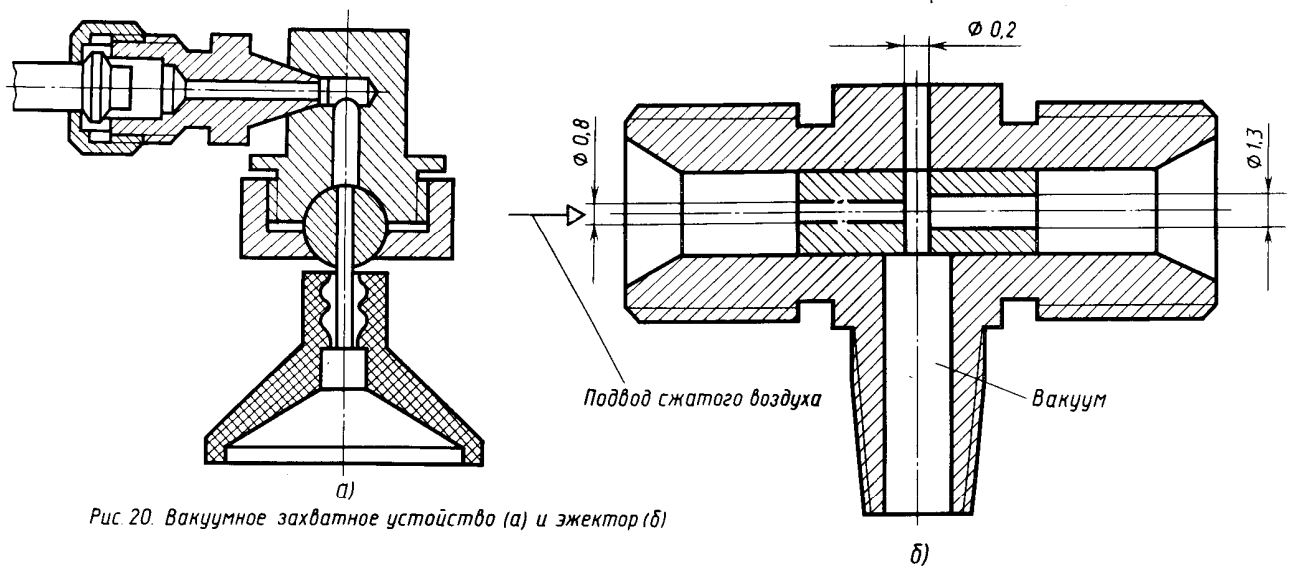


Рис 20. Вакуумное захватное устройство (а) и эжектор (б)

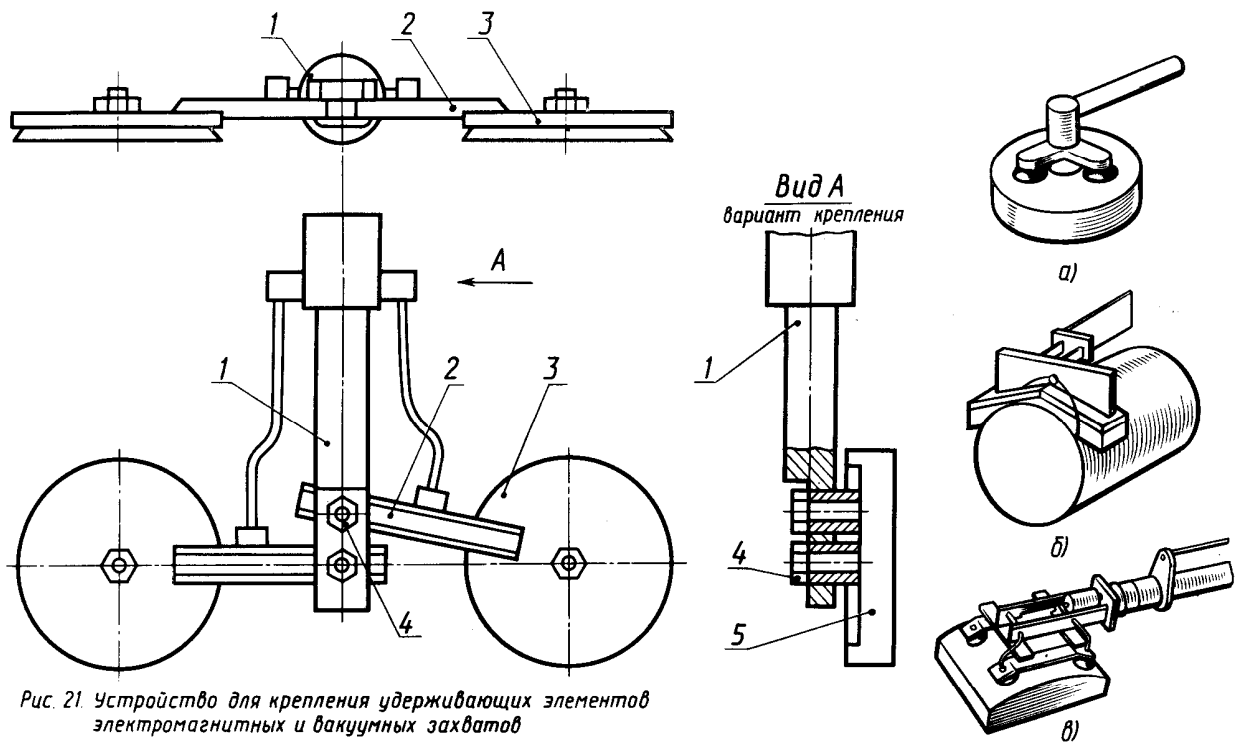


Рис 21. Устройство для крепления удерживающих элементов электромагнитных и вакуумных захватов

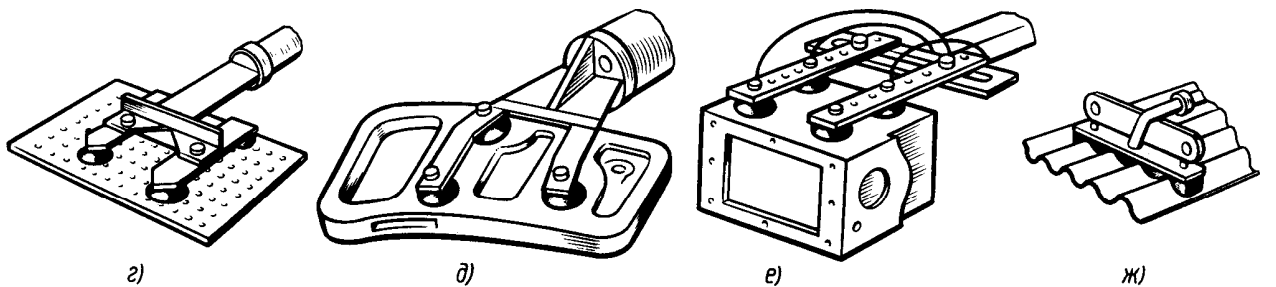


Рис 22. Примеры использования вакуумных и электромагнитных захватов

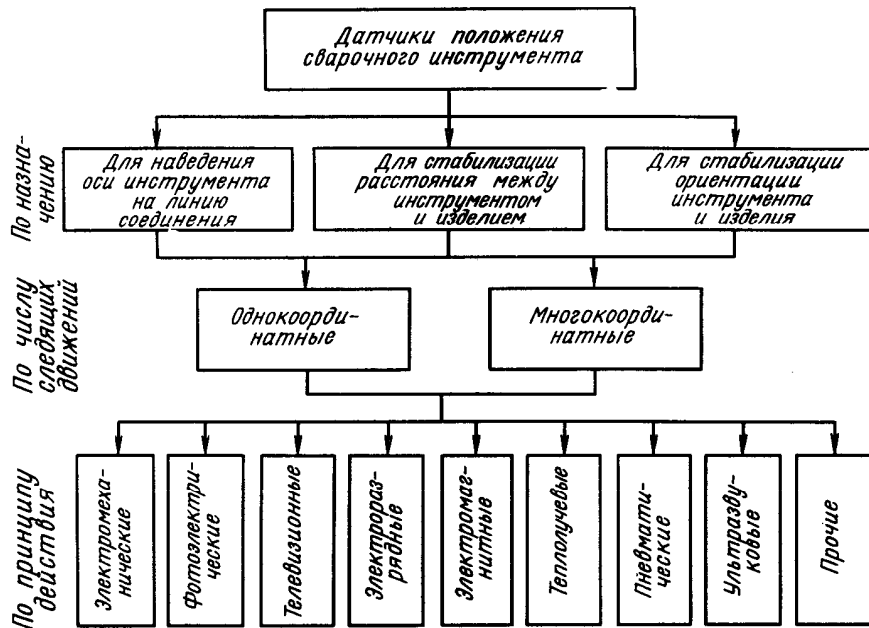


Рис. 1. Классификация датчиков

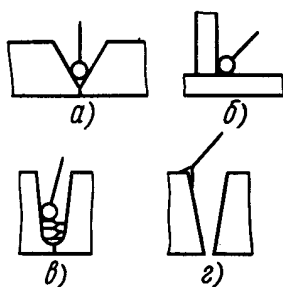


Рис. 2. Схемы применения контактных датчиков при дуговой сварке

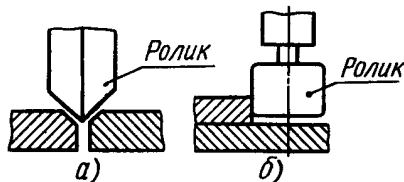


Рис. 3. Схемы копирования: а-по разделке; б-по кромке

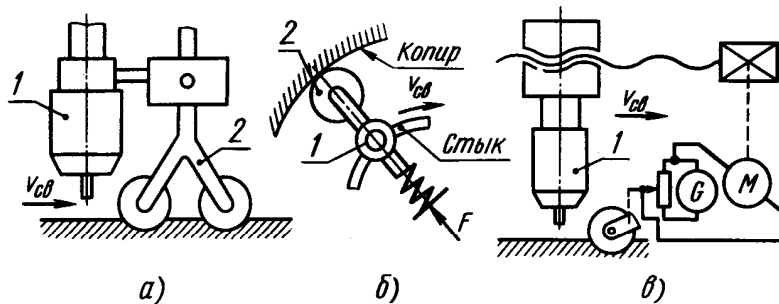


Рис. 4. Схемы соединений копирующего ролика со сварочной горелкой: а, б- жесткие; в- гибкое

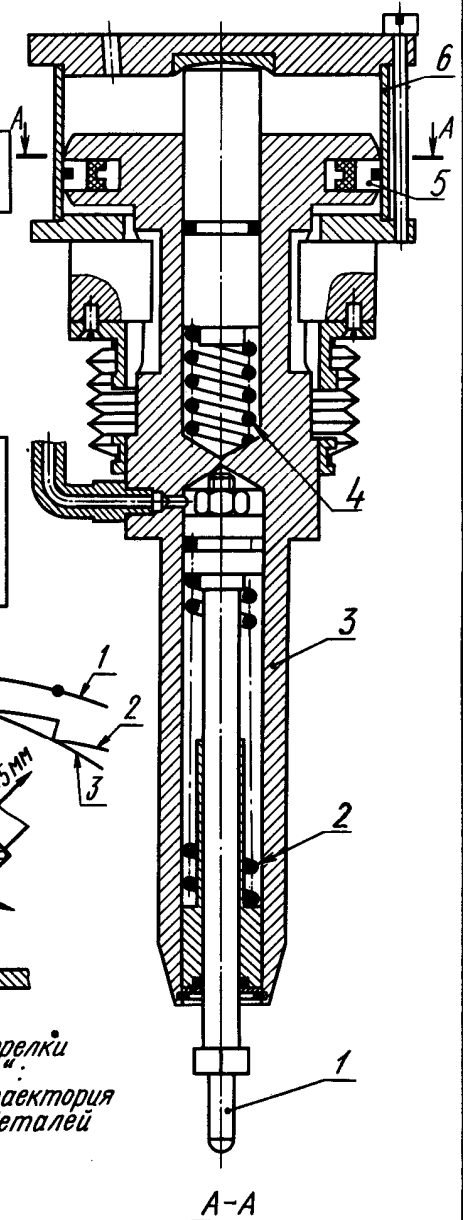


Рис. 5. Схема корректировки горелки пневмощупом "Motoman": 1- программируемый путь; 2- траектория дуги; 3- линия соединения деталей

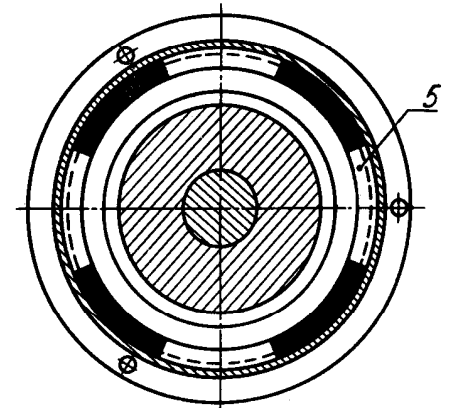


Рис. 6. Пневмощуп "Motoman": 1- щуп; 2, 4- пружины; 3- корпус; 5- фиксирующее устройство; 6- цилиндр

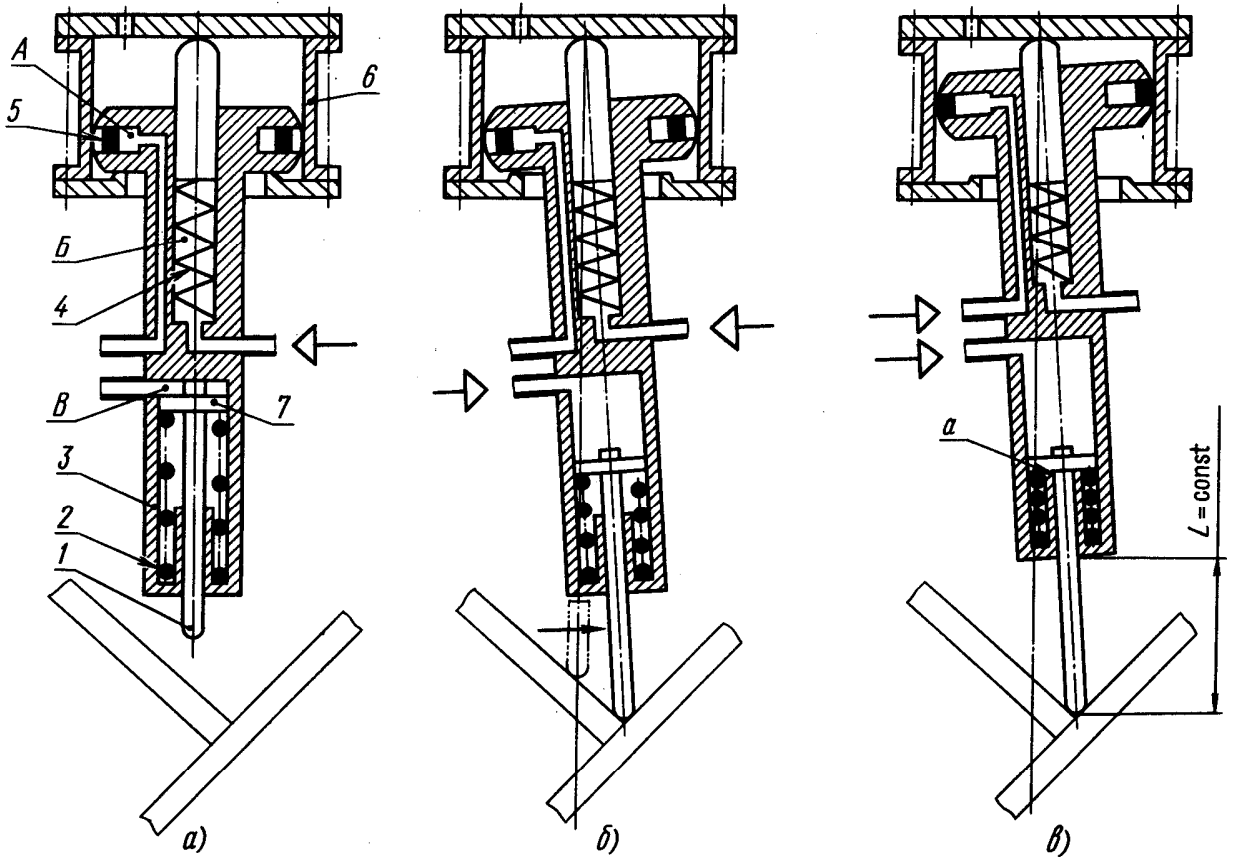


Рис. 7. Схема установки щупа в правильное положение

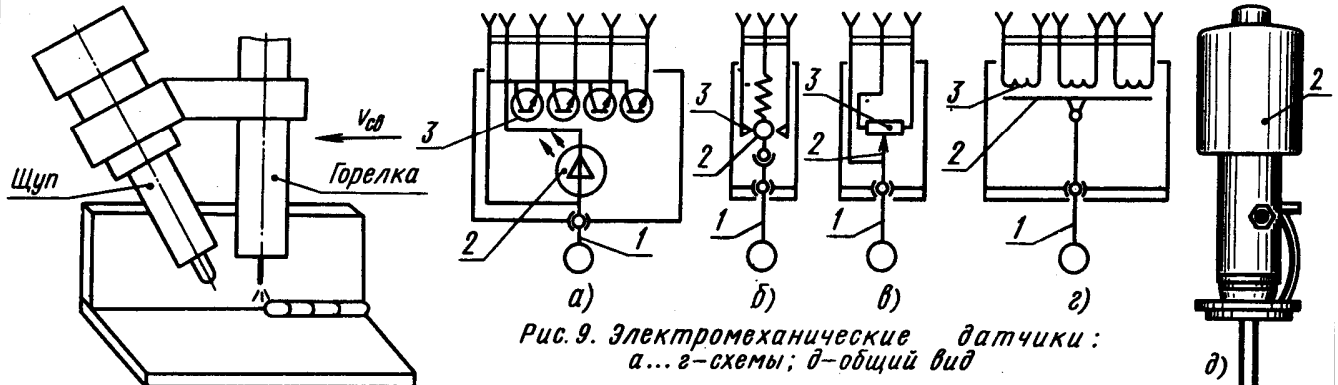


Рис. 9. Электромеханические датчики: а... г-схемы; д-общий вид

Рис. 8. Расположение горелки на щупе

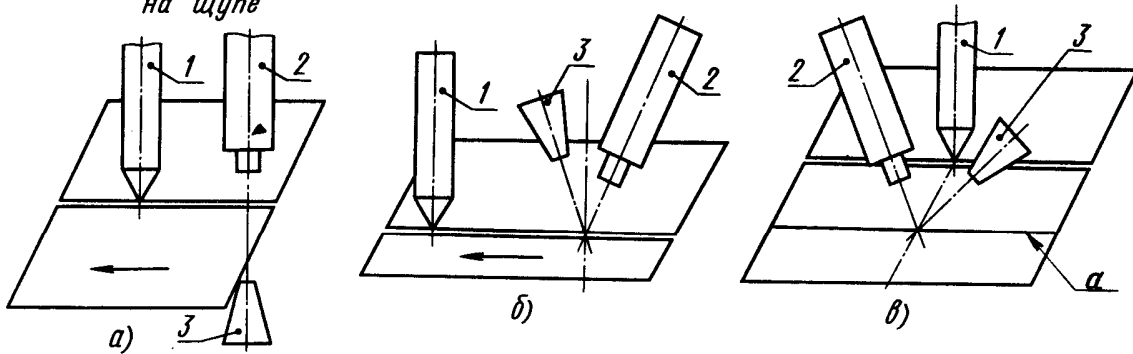


Рис. 10. Расположение телевизионного датчика при слежении по: а-зазору; б-разделке; в-копирной линии

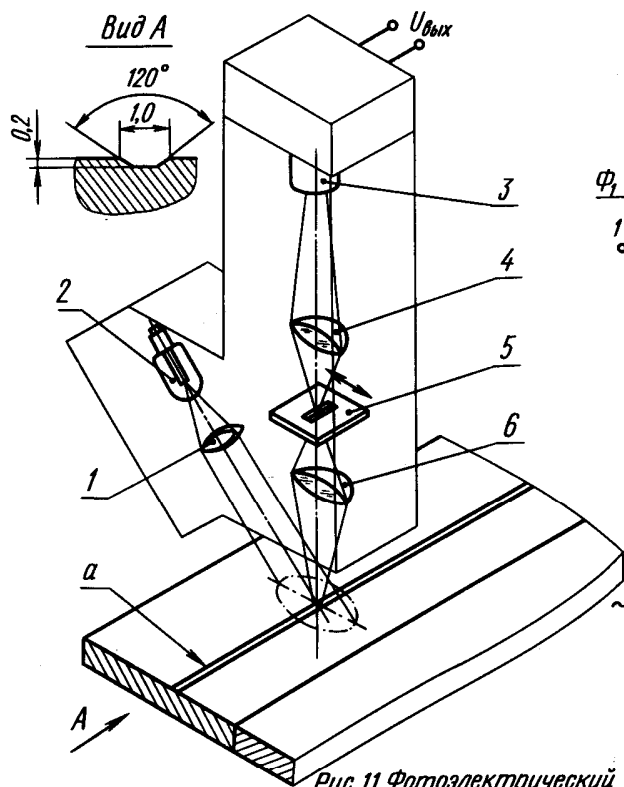


Рис. 11. Фотоэлектрический датчик

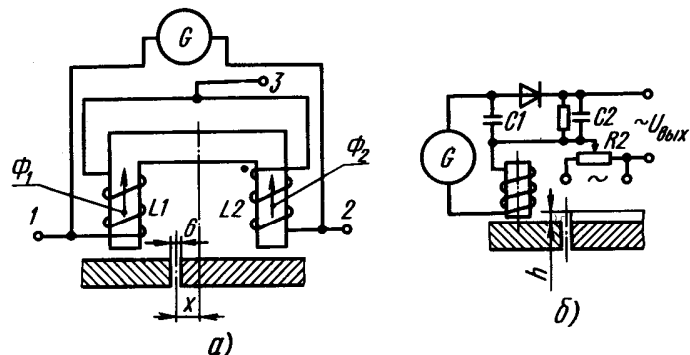


Рис. 12. Схемы индуктивных датчиков

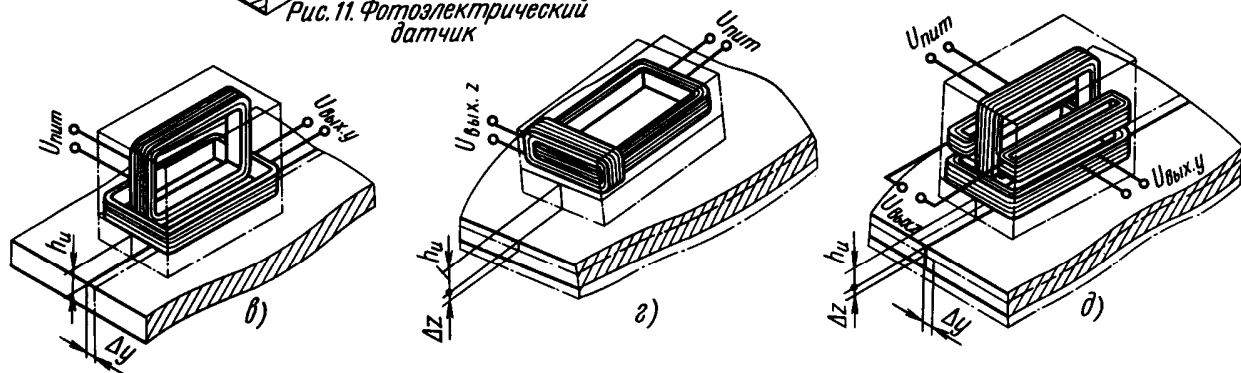
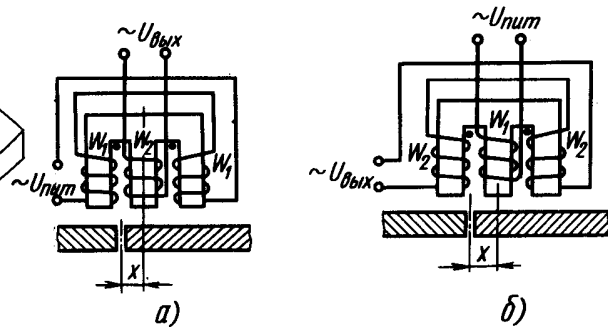


Рис. 13. Схемы индукционных датчиков

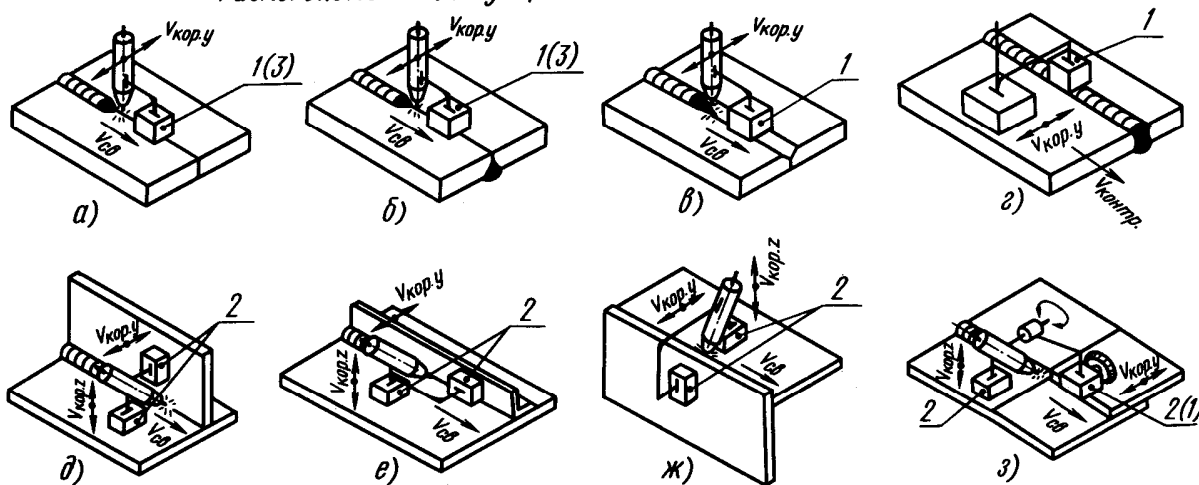


Рис. 14. Размещение датчиков при сварке различных соединений

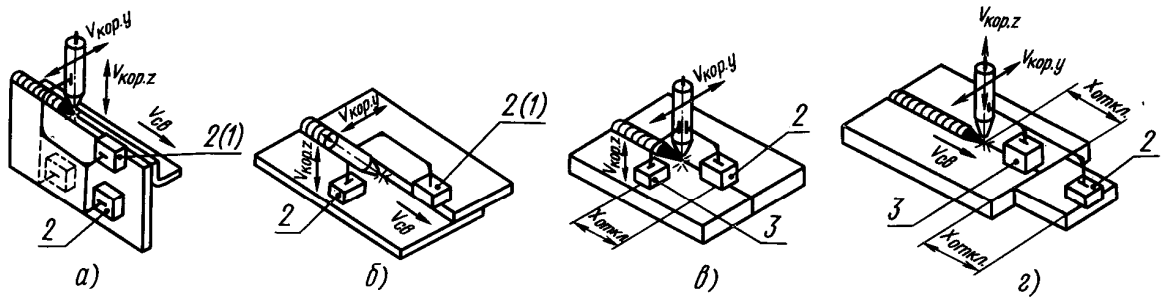


Рис.15. Размещение датчиков при сварке различных соединений

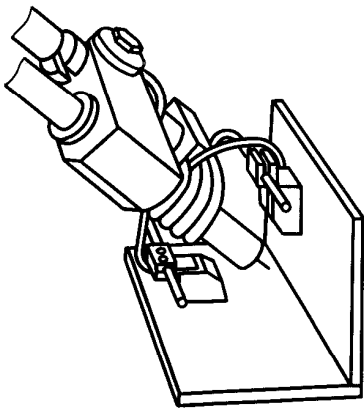


Рис.16. Установка датчиков расстояния на работе «Универсал-15М»

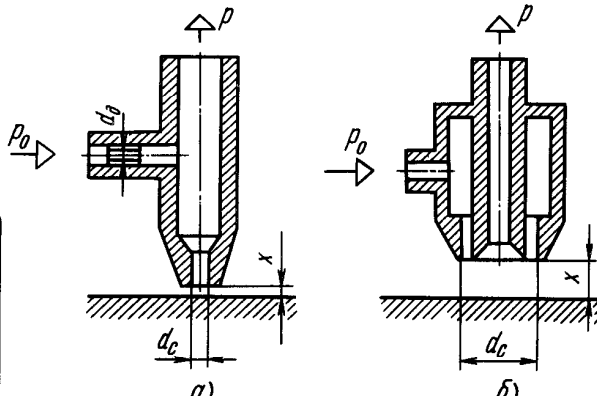


Рис.17. Схемы струйных датчиков

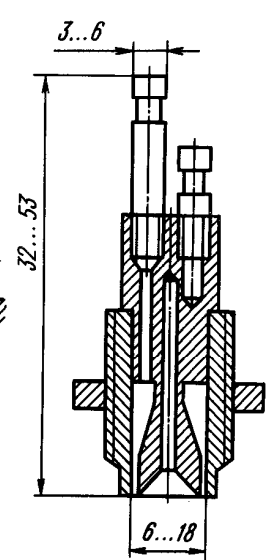


Рис.18. Конструкция струйного датчика

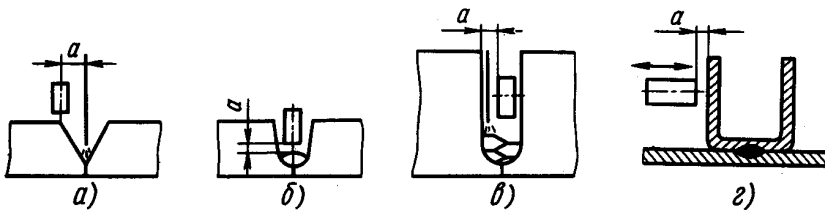


Рис.19. Примеры использования пневматических датчиков

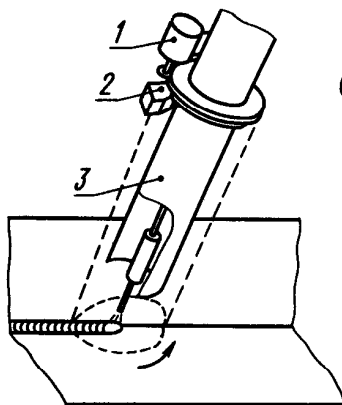


Рис.20. Установка на горелке лазерного датчика

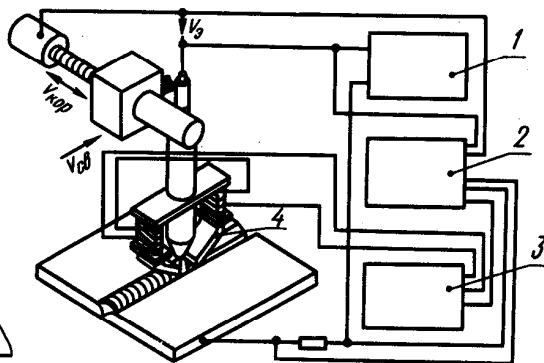


Рис.21. Функциональная схема системы с магнитным сканированием дуги

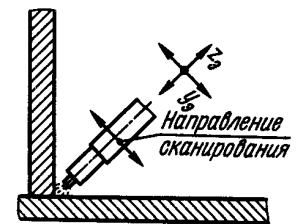


Рис.22. Схема сканирования электрода при сварке угловых швов

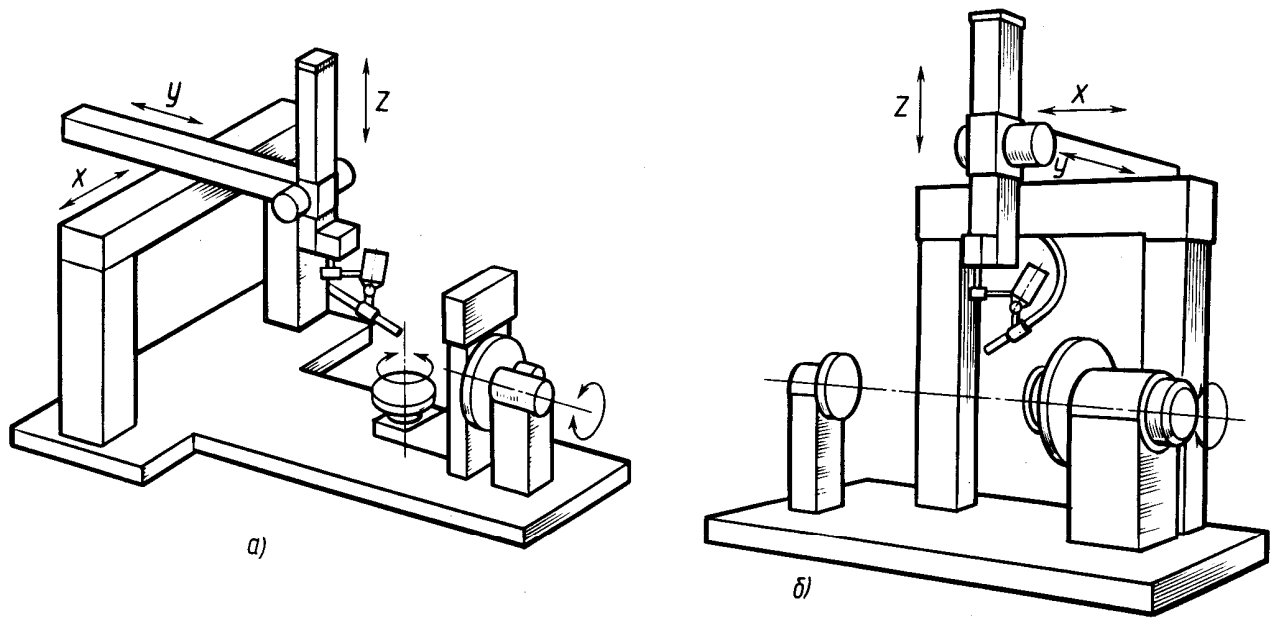


Рис 1. Портальные роботы со стационарными вращателями

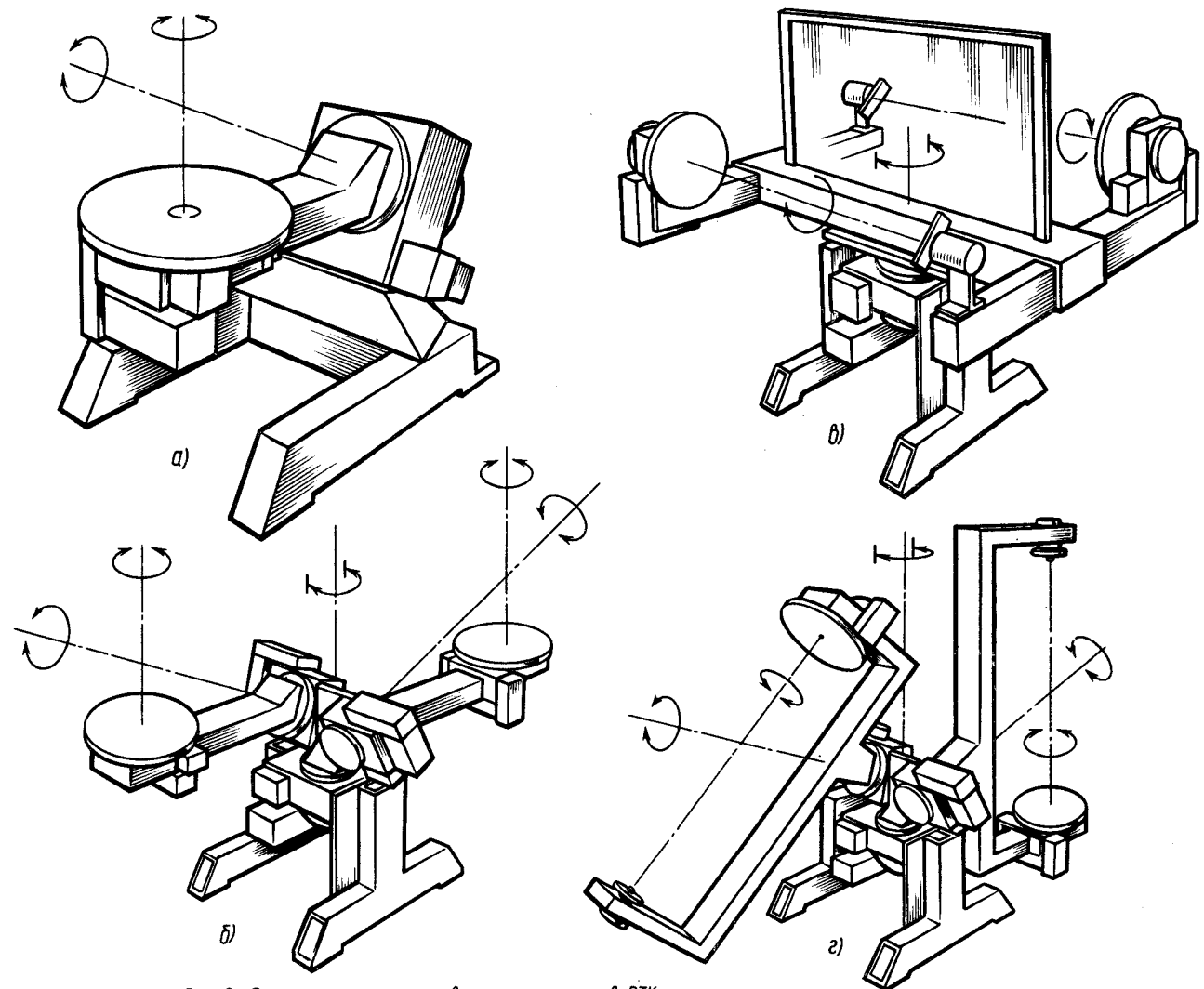


Рис 2. Схемы манипуляторов, используемых в РТК

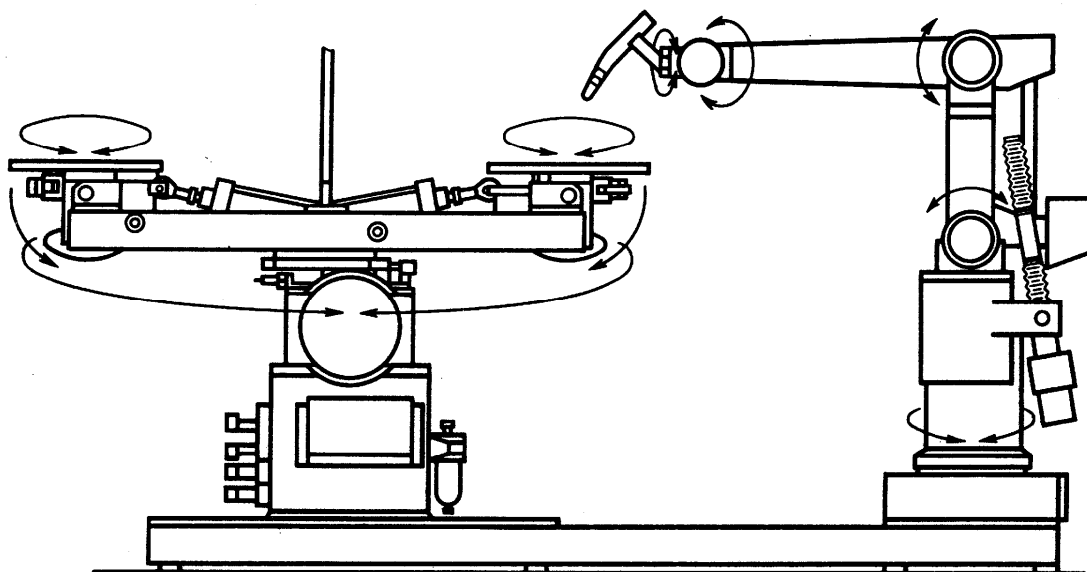


Рис. 3. Робот „Аsea” с двухпозиционным поворотным столом

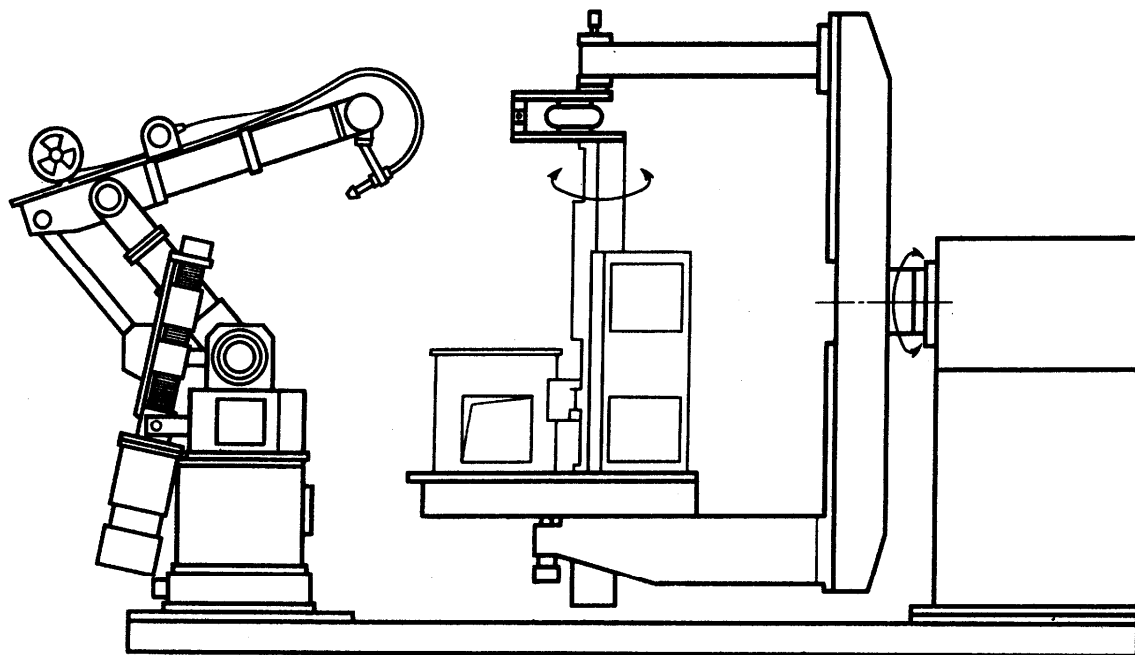


Рис. 4. Сварка роботом печи, установленной на вращателе

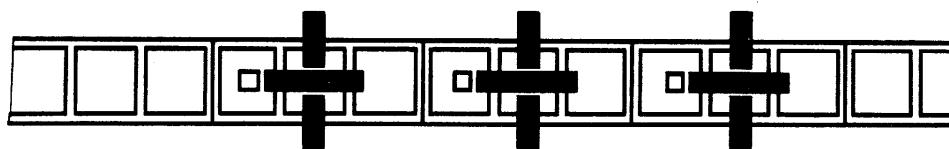


Рис. 5. Роботы портального типа на конвейере сварочной линии

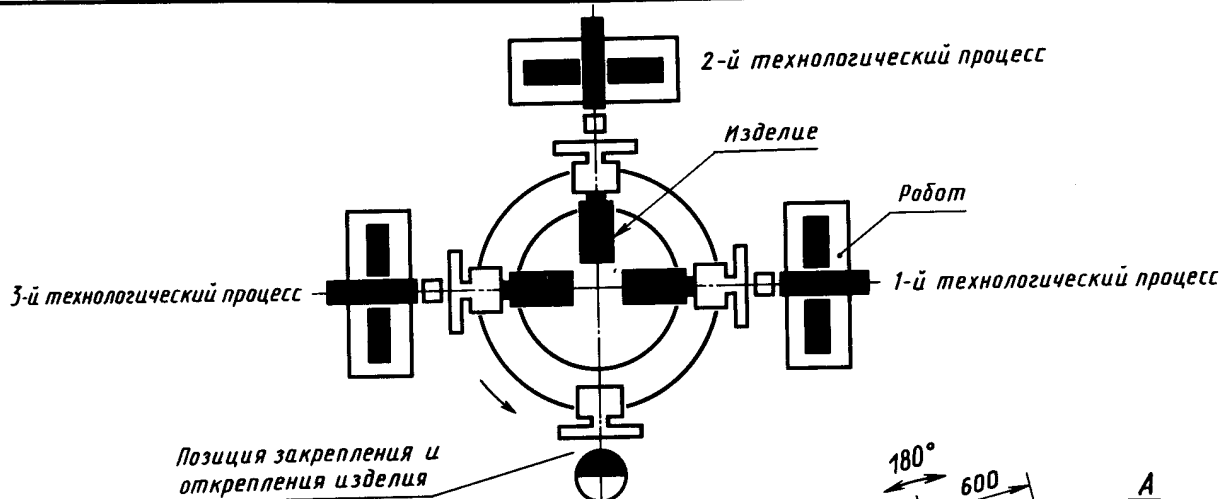


Рис. 6. РТК с четырехпозиционным поворотным столом

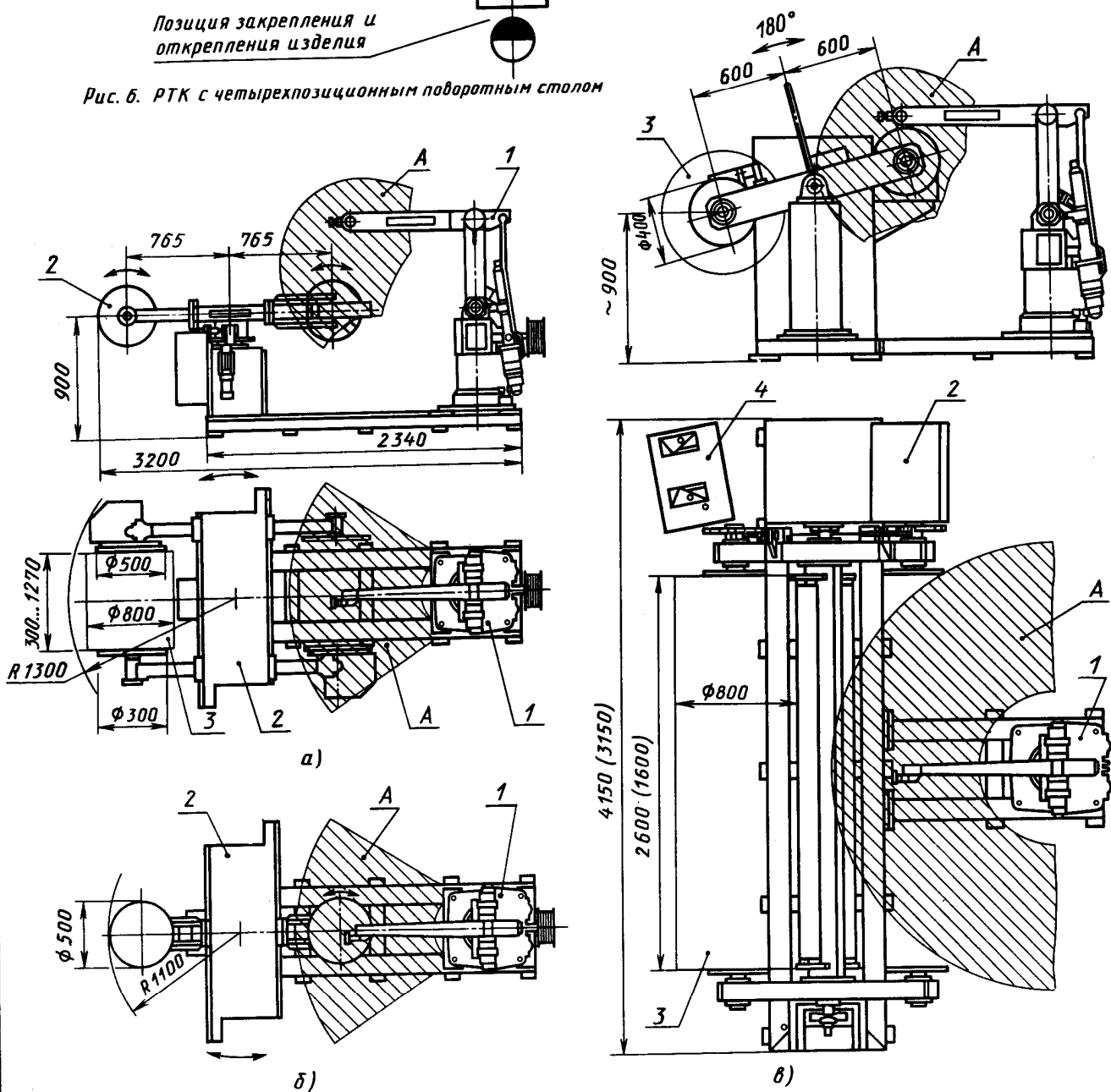


Рис. 7. РТК для дуговой сварки с двухпозиционными поворотными приспособлениями

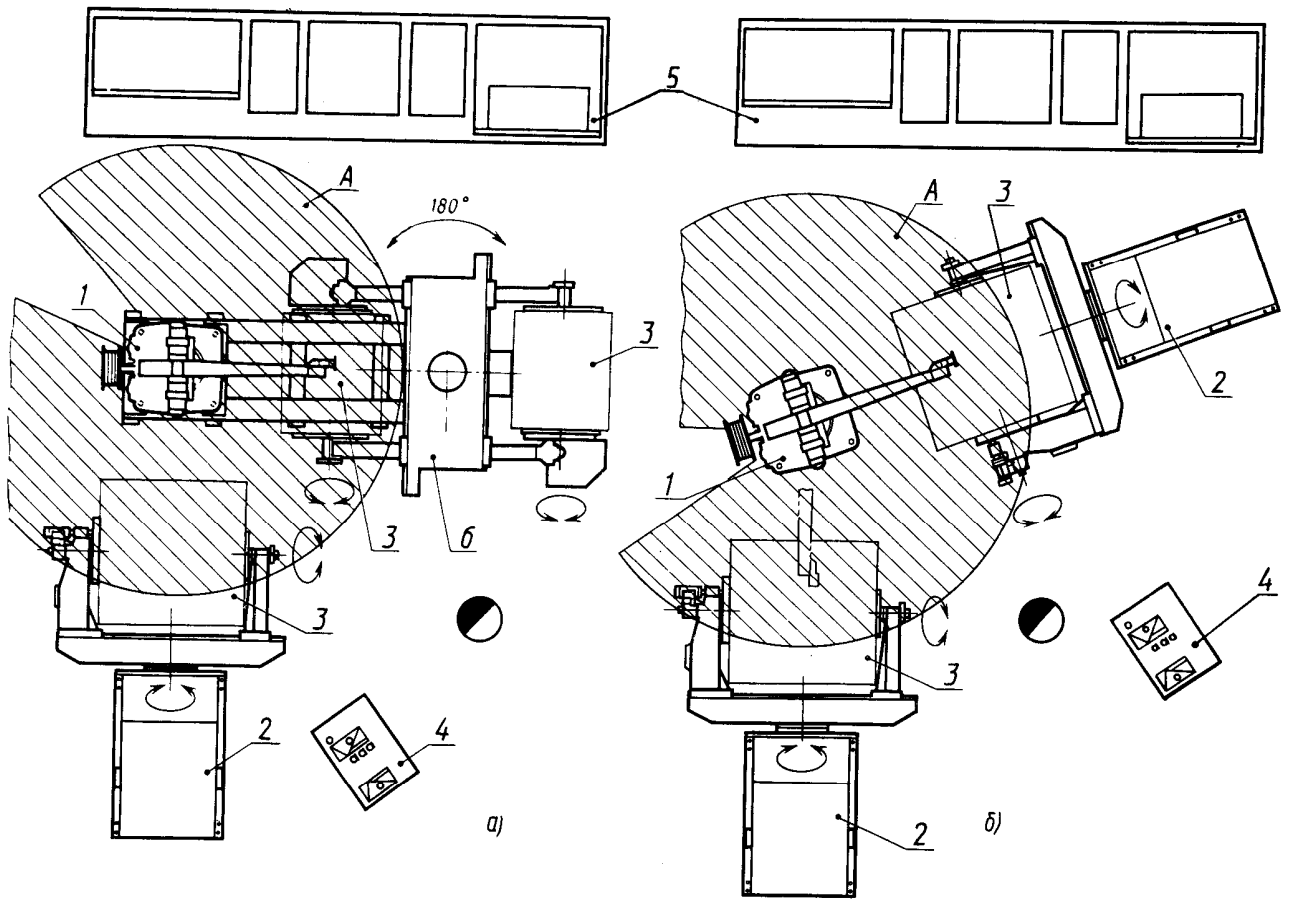


Рис. 8. Размещение оборудования на РТК с двумя вращателями

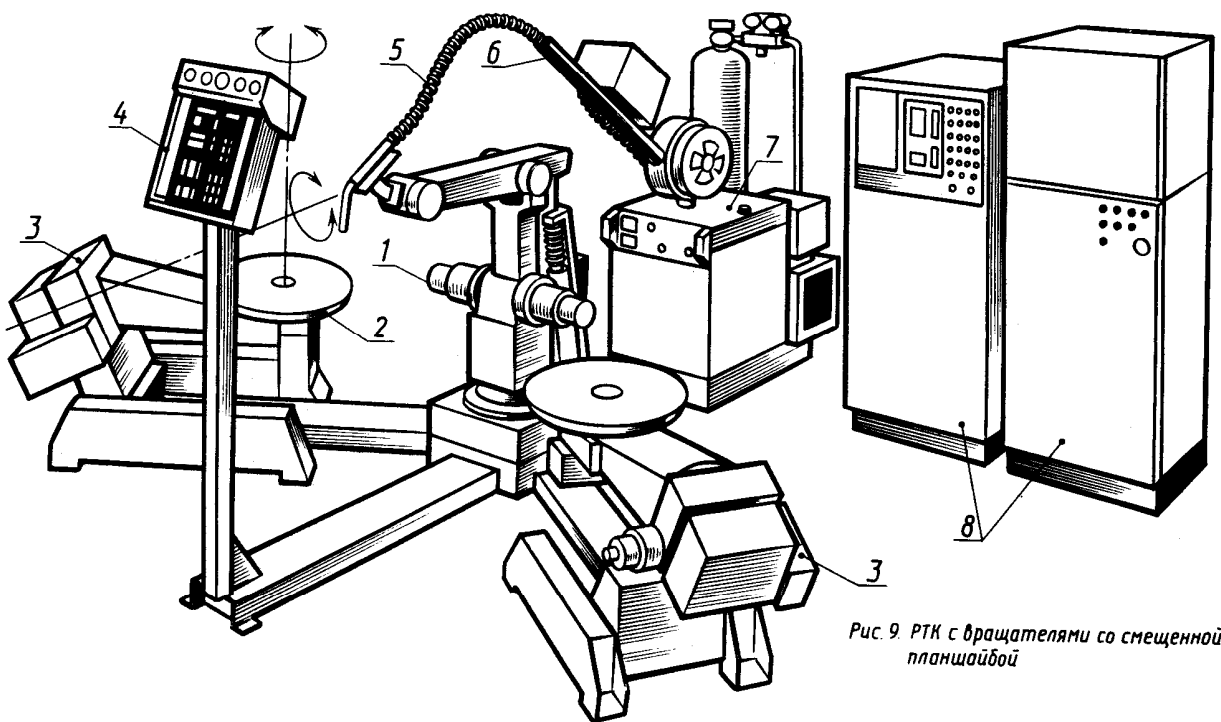


Рис. 9. РТК с вращателями со смещенной панелью

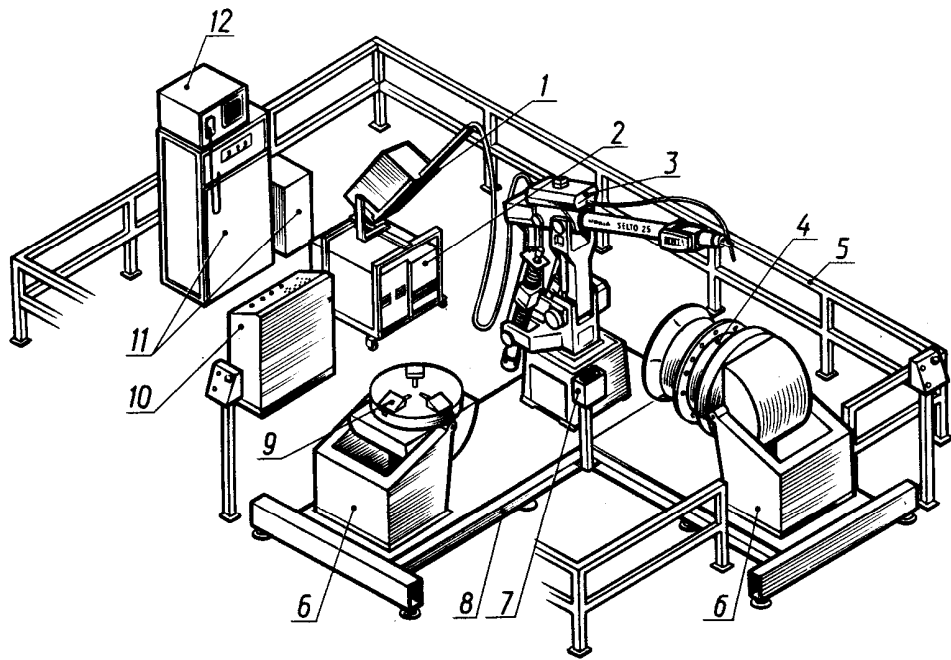


Рис. 10. РТК с наклоняющимися вращателями

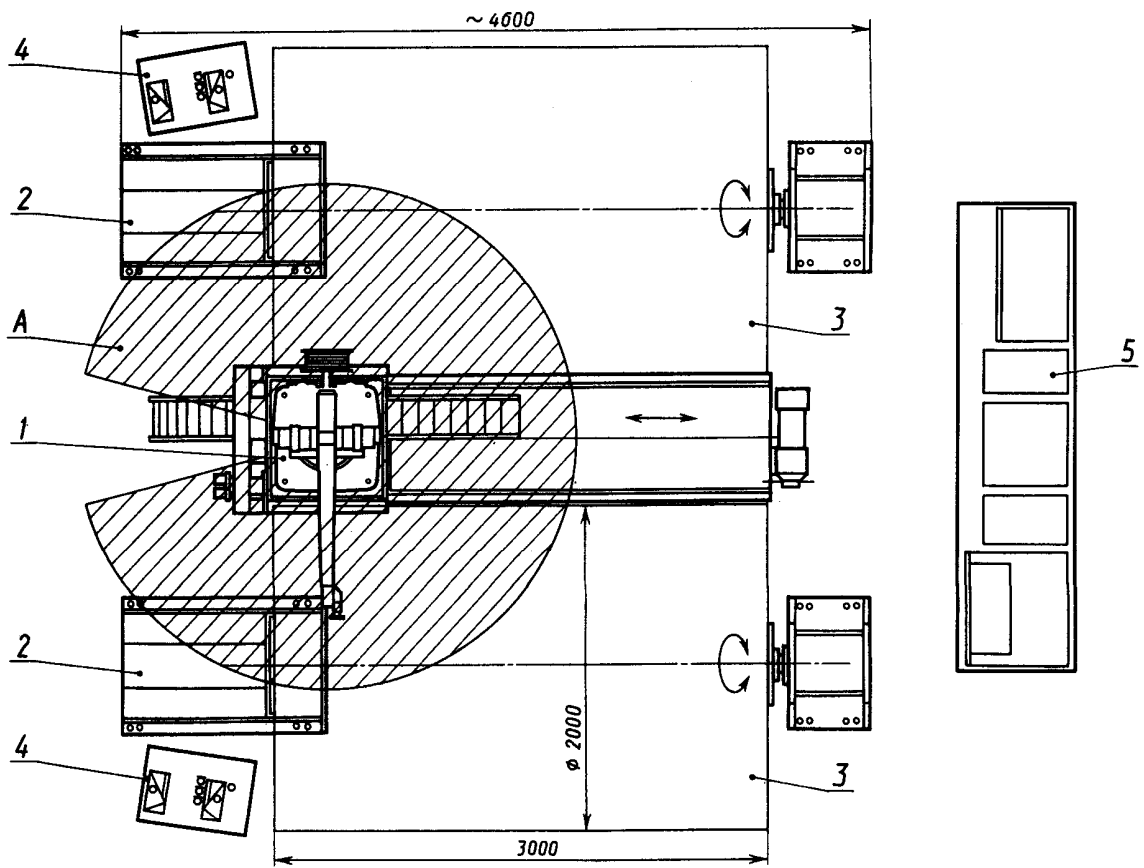


Рис. 11. РТК со стационарными вращателями

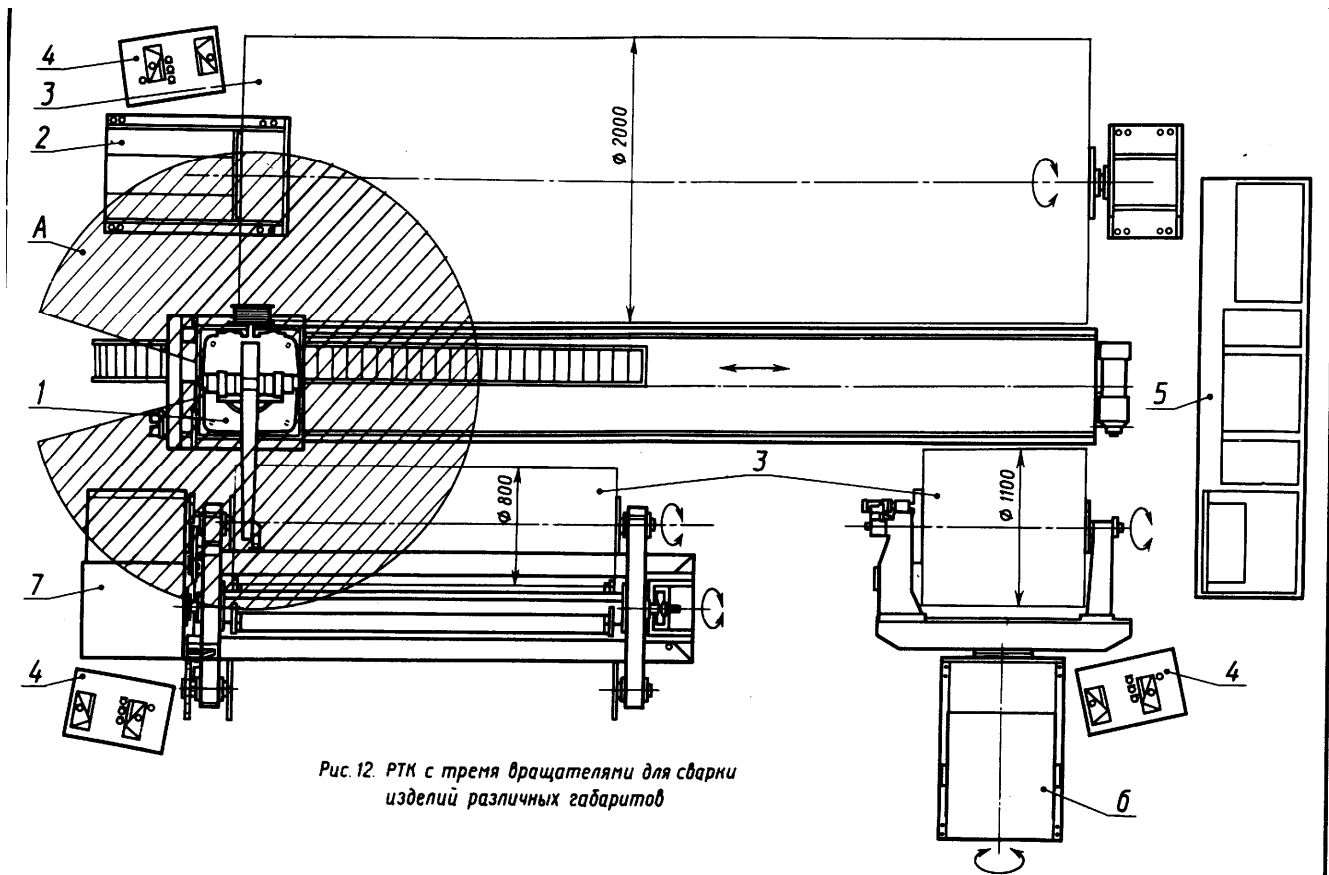


Рис. 12. РТК с тремя вращателями для сварки изделий различных габаритов

Рис. 13. РТК с перемещающимся роботом в двух направлениях

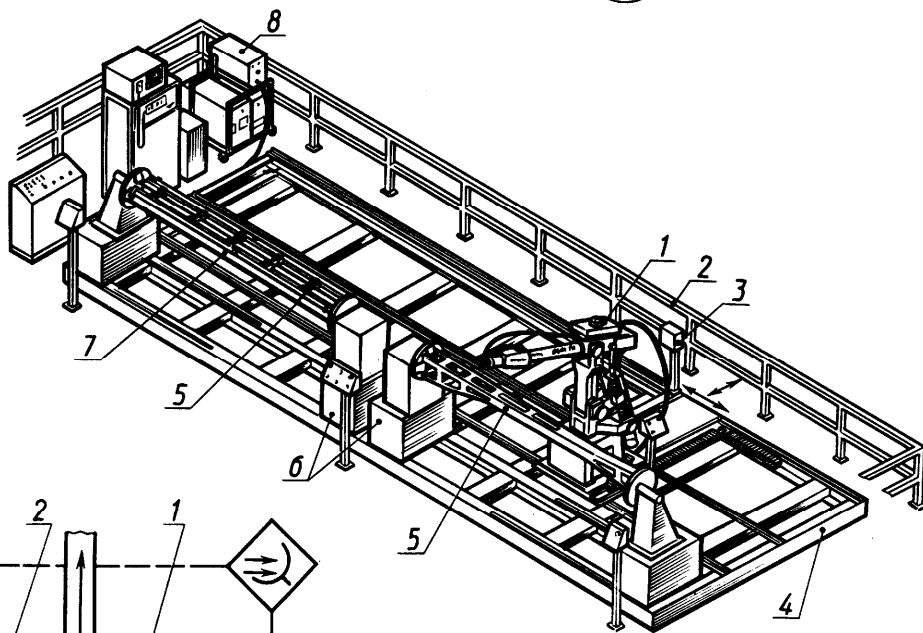
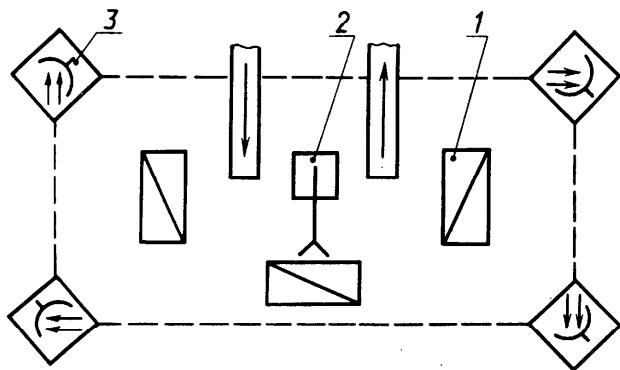


Рис. 14. Светооптическое ограждение РТК



Характерные варианты организации РТК

вариант	Деталь, сборочная единица	Оборудование для			Сварка
		сборки	позициони- рования	сварки	
1	Шестерня				Дуговая
2а	Кранштейн колеса				
2б	Поперечина рамы грузового автомобиля				
3	Кулачковая муфта				
4	Опора подшипника				
5	Фиксатор ограничителя двери				Контактная
6а	Пластина для навески капота				
6б	Тяга акселератора				
6в	Крышка пробки топливного бака				
6г	Карданный вал				

Условные обозначения:

- оператор;
- вибробункер;
- двухпозиционный поворотный стол;
- работ;
- магазин;
- четырехпозиционный поворотный стол;
- манипулятор;
- сварочная установка;
- универсально-сборное приспособление

Сварка шестерни (табл. 1, вариант 1)

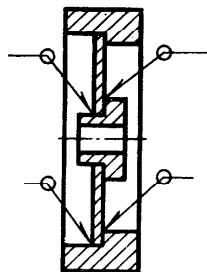


Рис. 1. Шестерня

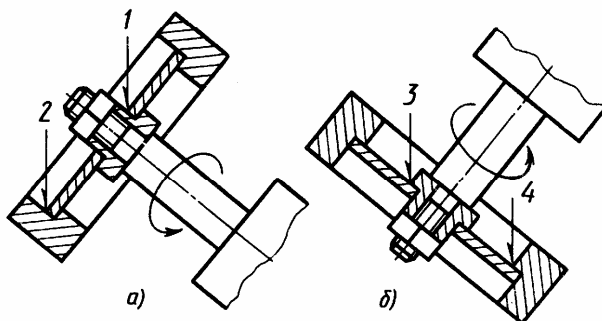


Рис. 2. Схема сварки

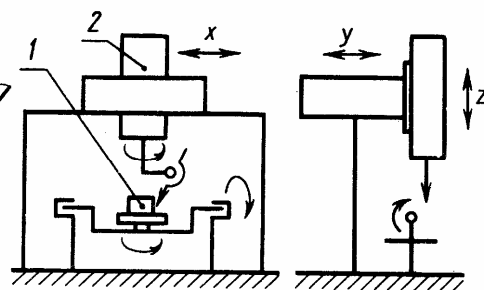


Рис. 3. Схема РТК

Примеры РТК для сборки и сварки изделий

Изготовление кронштейна колеса (табл. 1, вариант 2а)

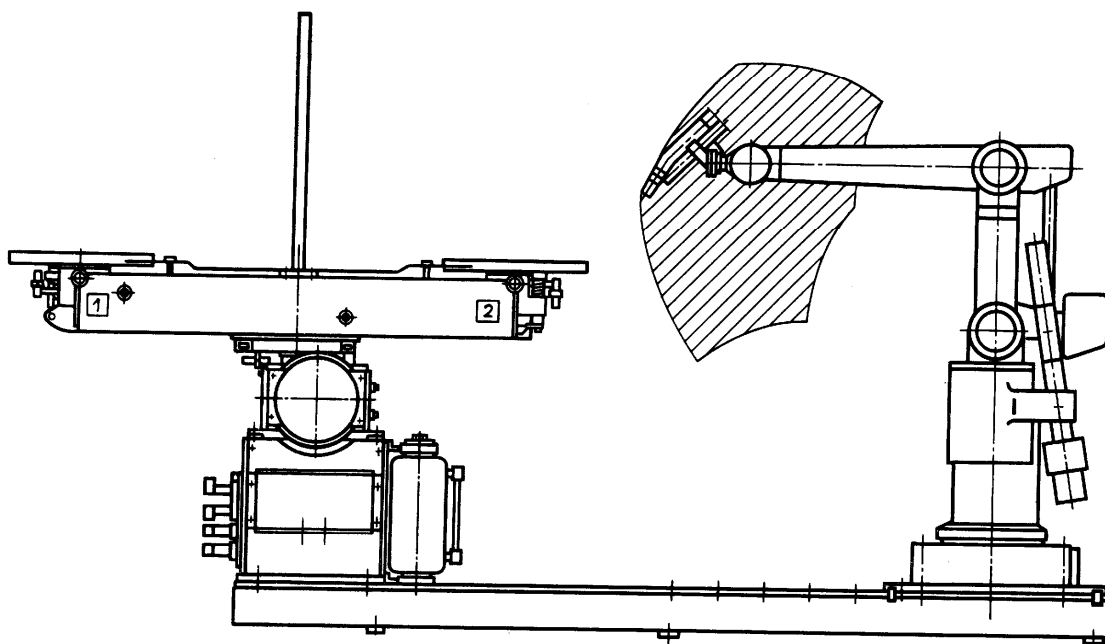


Рис. 4. Схема РТК

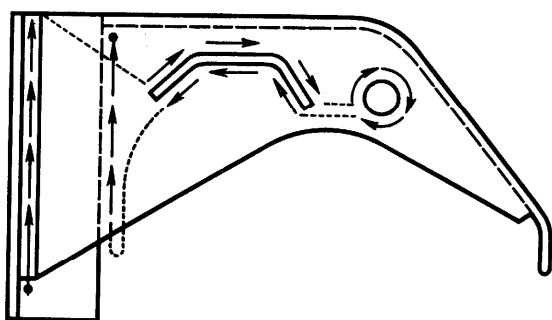


Рис. 5. Траектория перемещения горелки:

← сварка
 - - - холостой ход

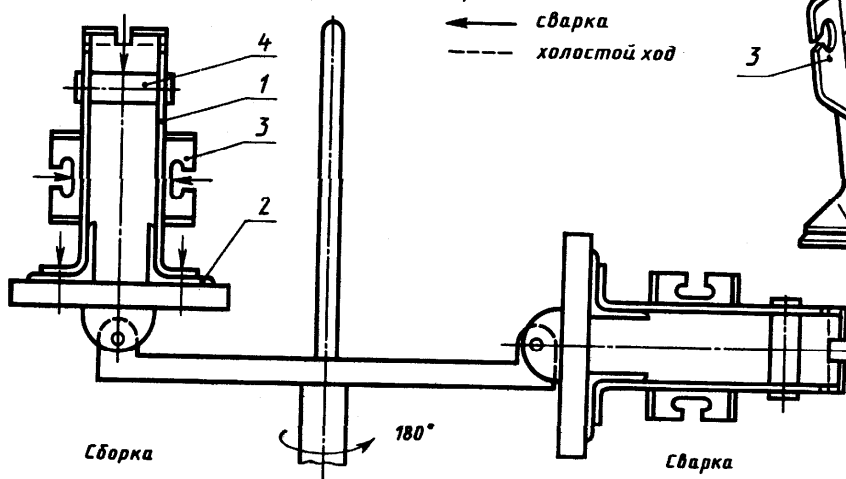


Рис. 7. Схема сборки и сварки кронштейна

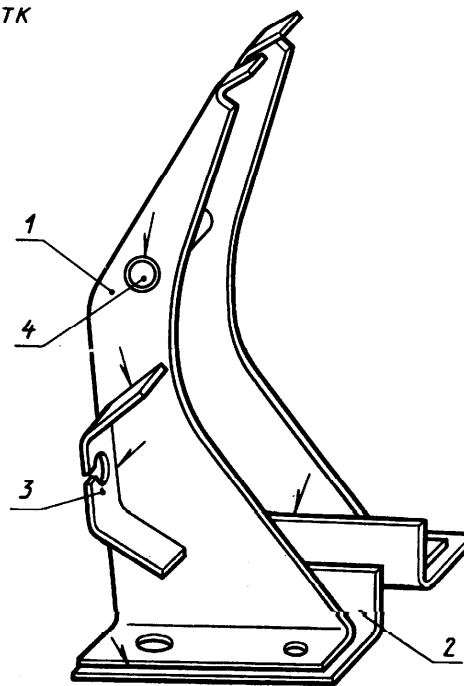


Рис. 6. Кронштейн колеса

Изготовление поперечины рамы
грузового автомобиля
(табл. 1, вариант 2б)

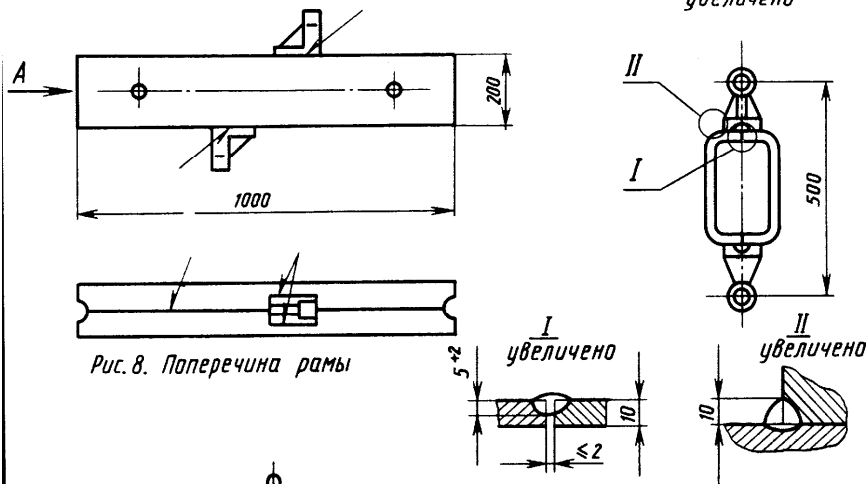


Рис. 8. Поперечина рамы

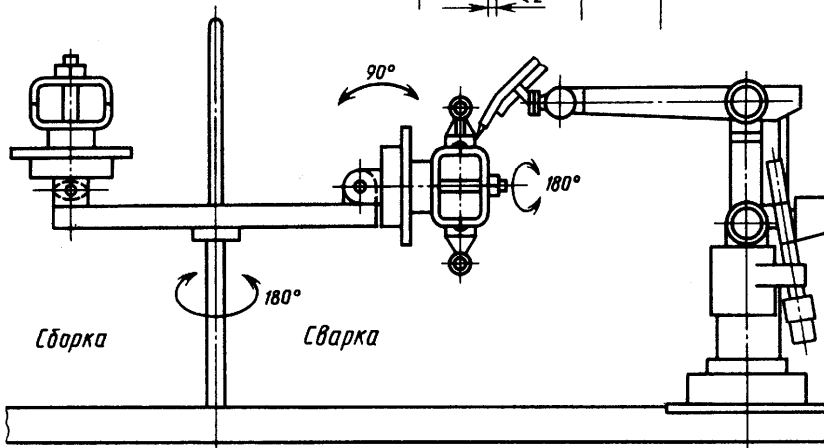
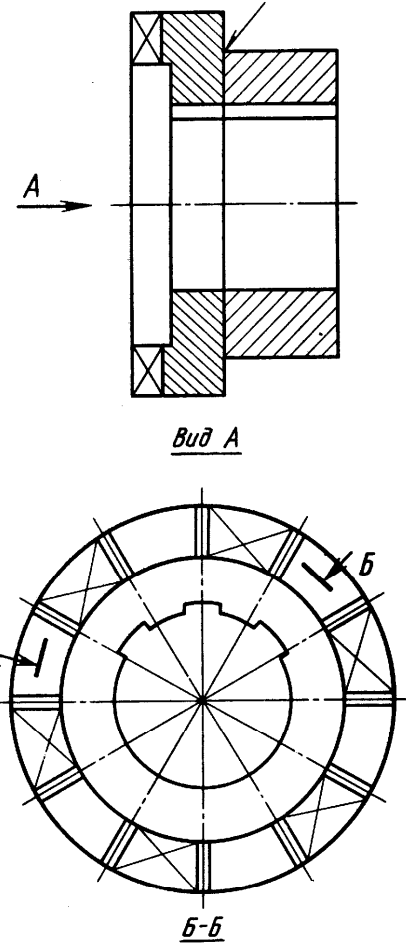


Рис. 9. Схема РТК

Изготовление
кулачковой муфты
(табл. 1, вариант 3)



Вид А

Б-Б

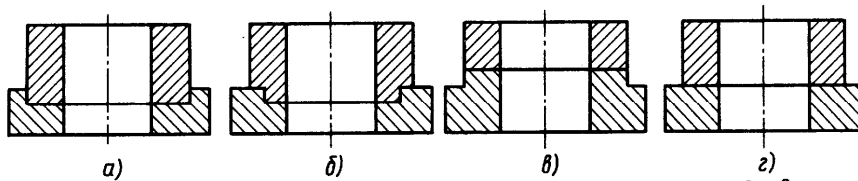


Рис. 11. Варианты сборки муфты



Рис. 10. Кулачковая муфта

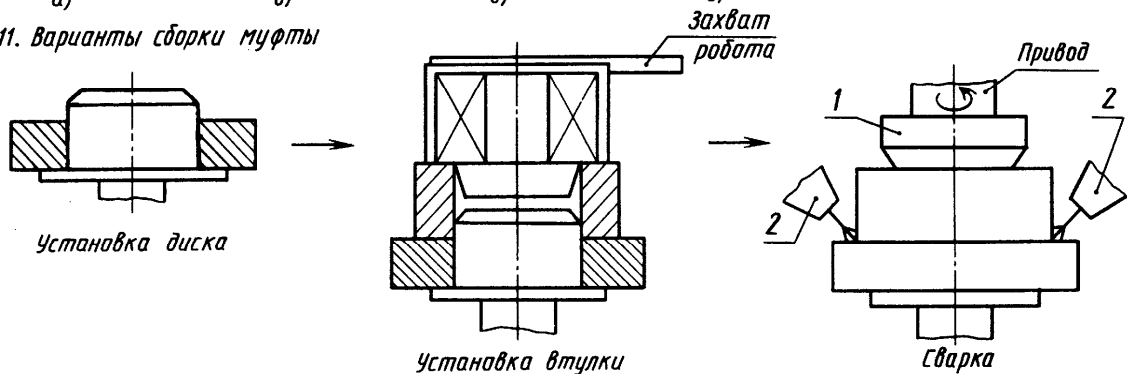


Рис. 12. Последовательность изготовления муфты

Примеры РТК для сборки и сварки изделий

Лист 83

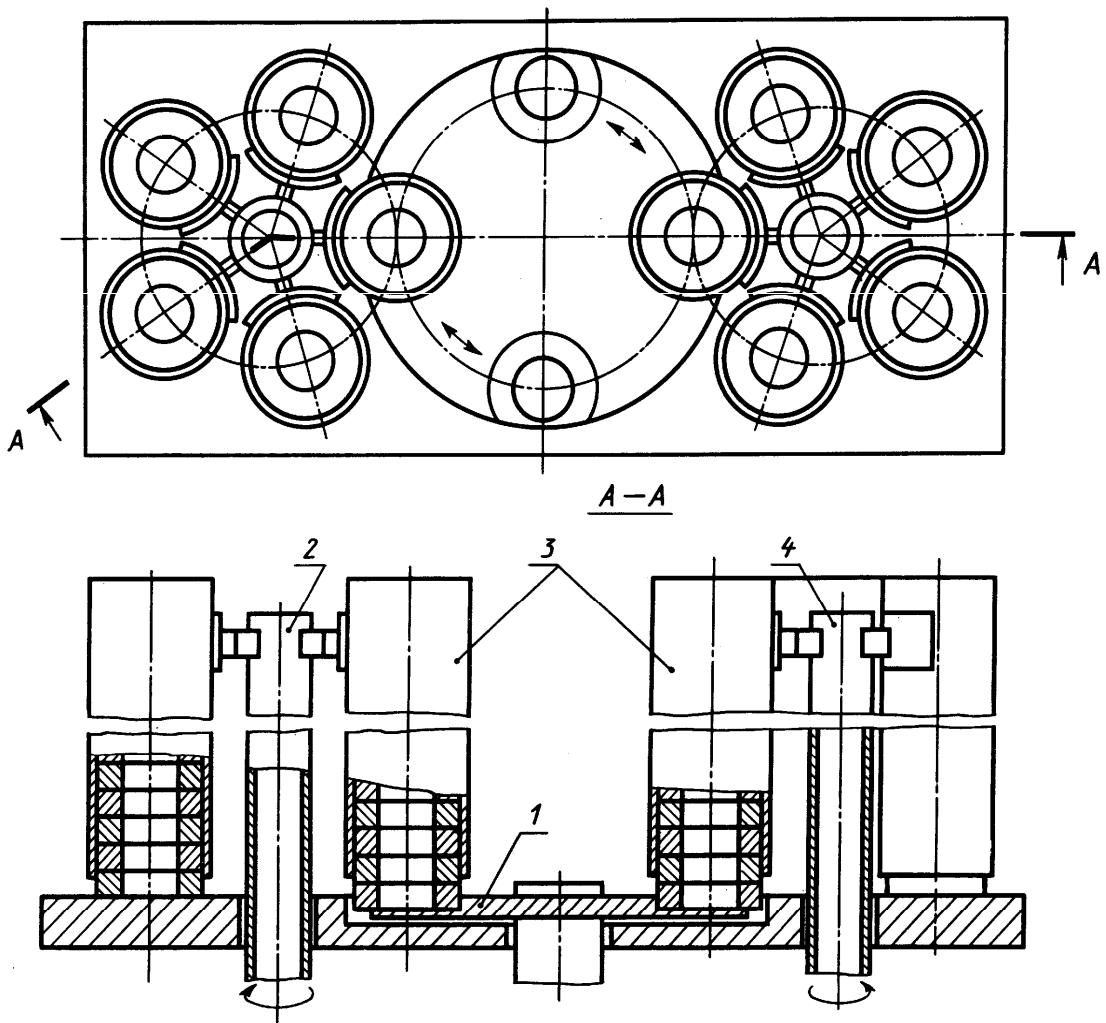


Рис. 13. Схема магазина

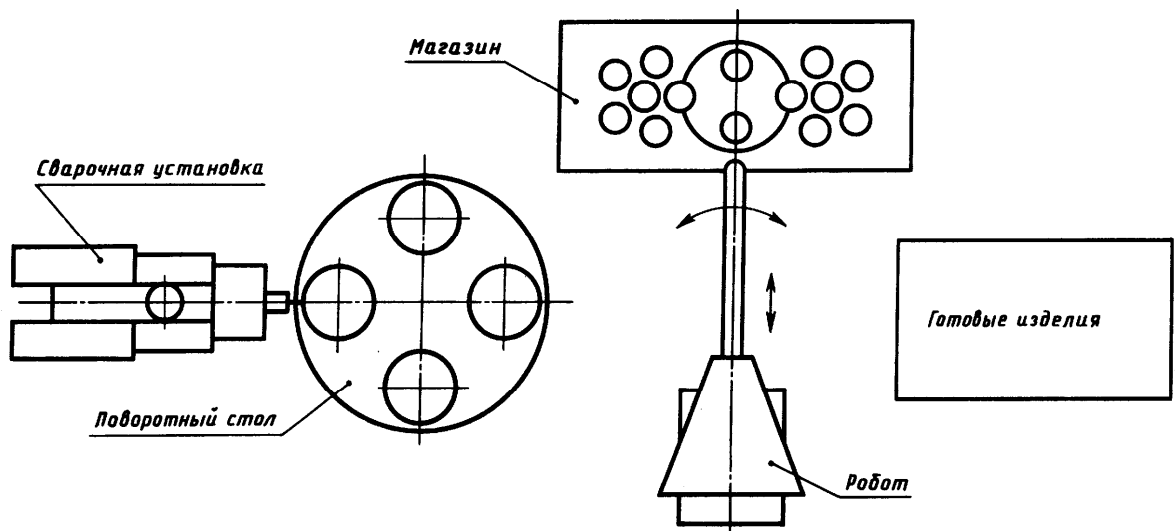


Рис. 14. Схема РТК для сборки и сварки кулачковой муфты

Примеры РТК для сборки и сварки изделий

Лист 84

Изготовление опоры подшипника (табл. 1, вариант 4)

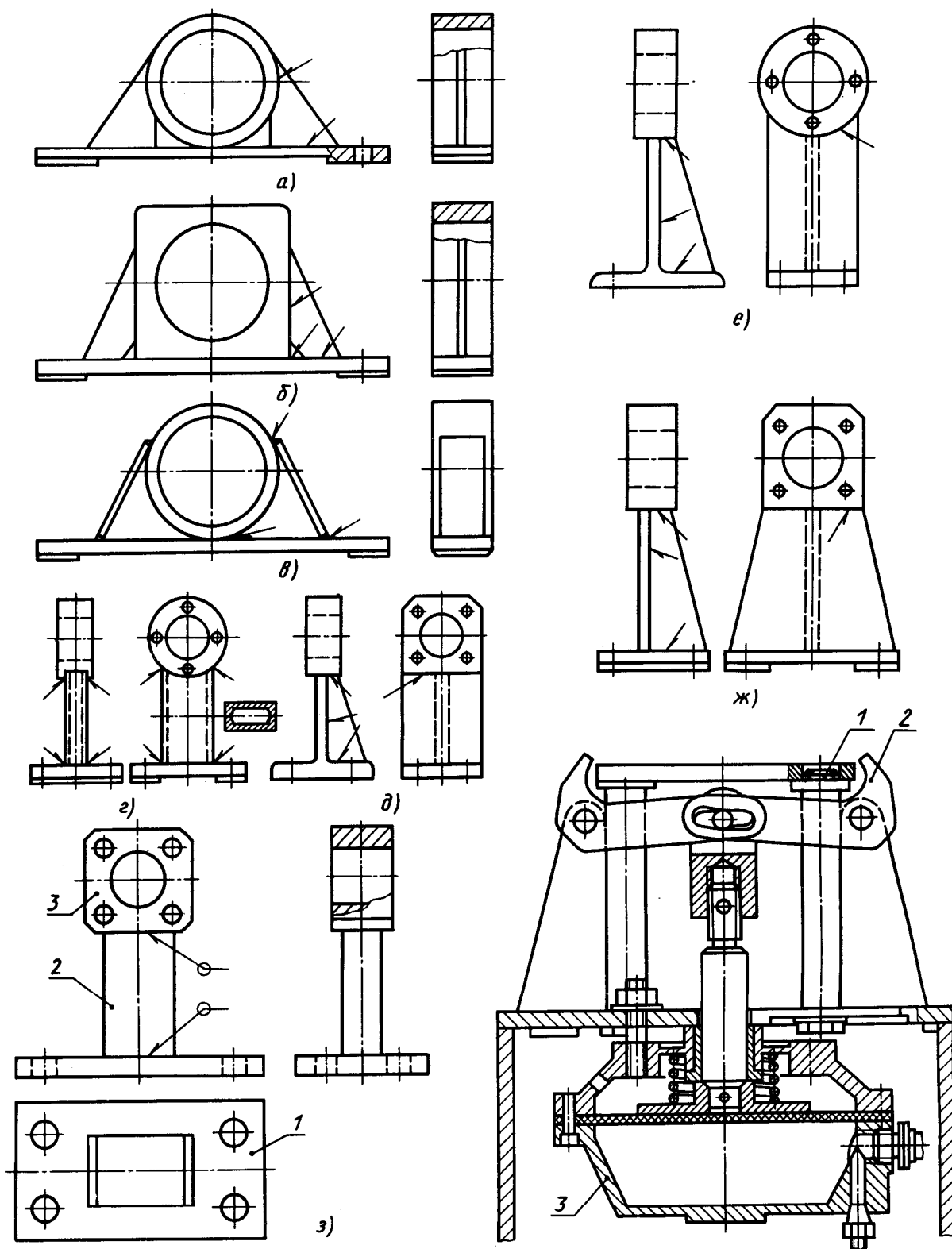


Рис. 15. Варианты сварных подшипниковых опор

Рис. 16. Узел крепления основания

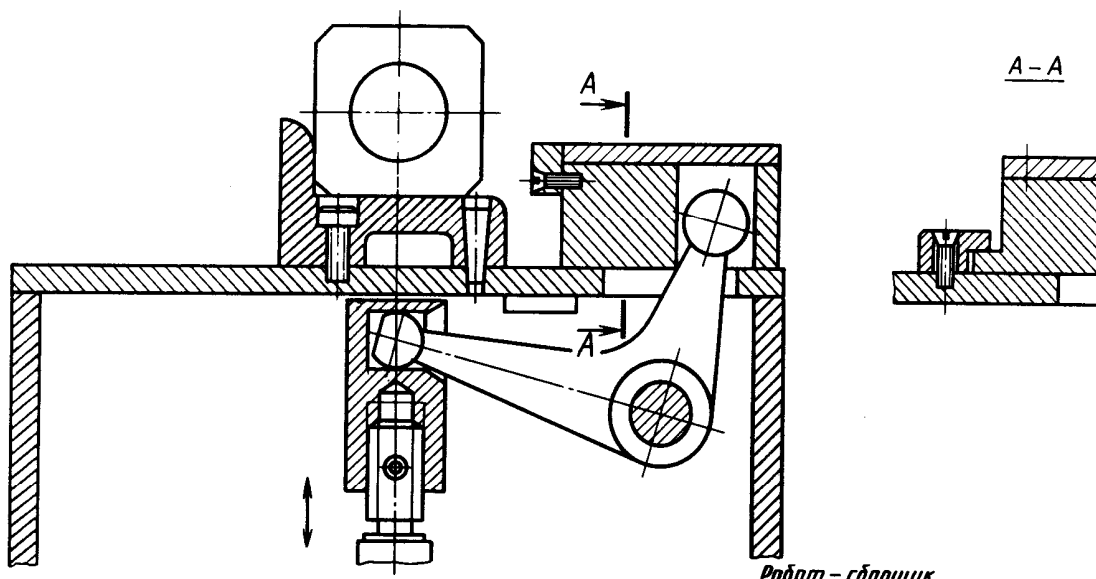


Рис.17. Узел крепления корпуса

Робот-сборщик

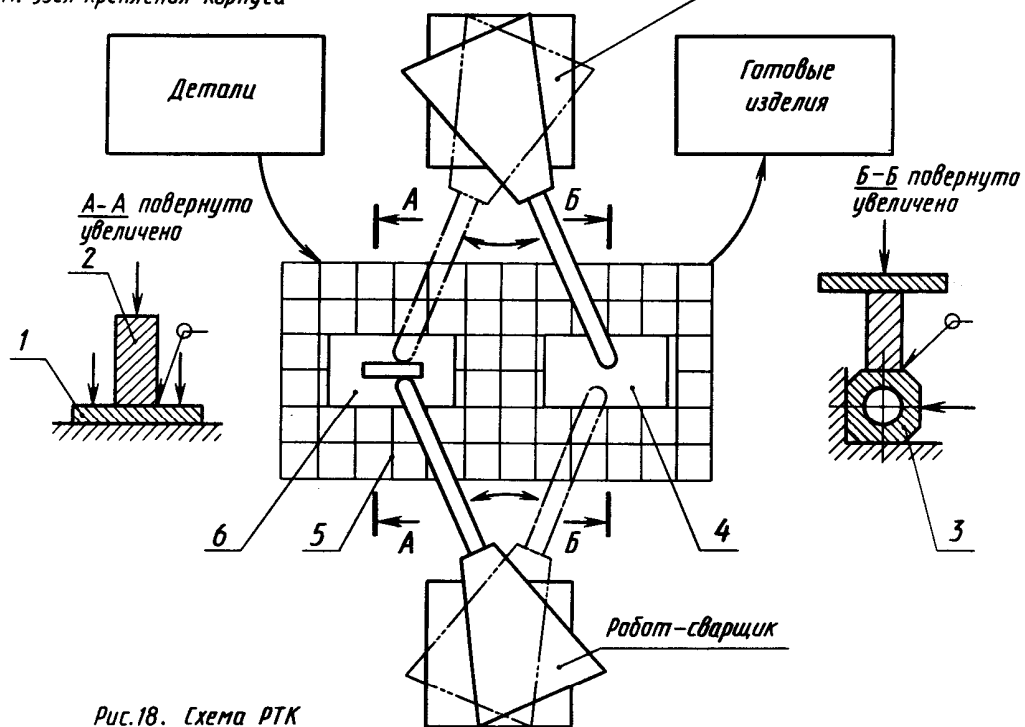


Рис.18. Схема РТК

Изготовление фиксатора ограничителя двери (табл.1, вариант 5)

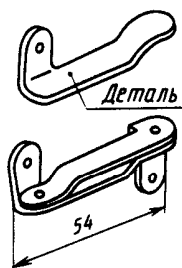


Рис.19. Фиксатор

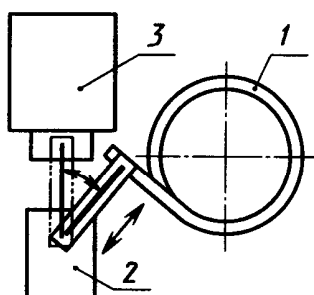


Рис.20. Схема РТК

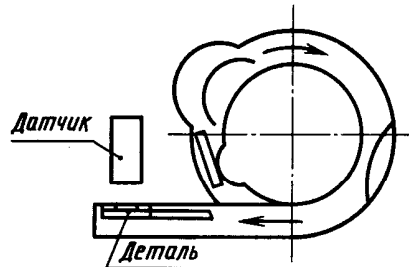


Рис.21. Схема вибродункера в плане

Примеры РТК для сборки и сварки изделий

Лист 86

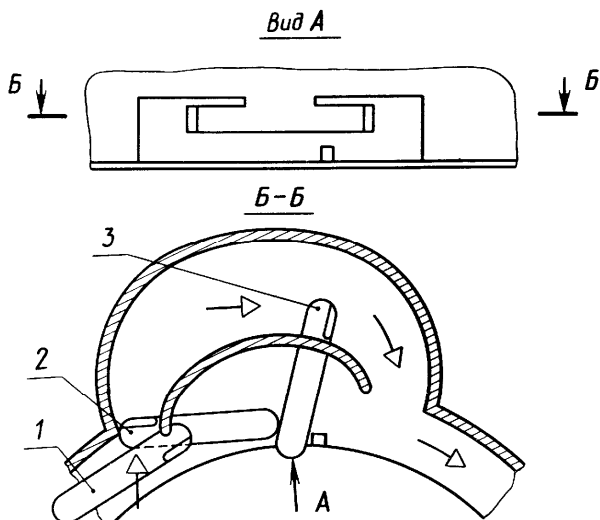


Рис. 22. Ориентация деталей в бункере

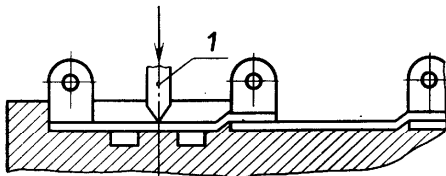


Рис. 23. Прижим детали на выходном лотке

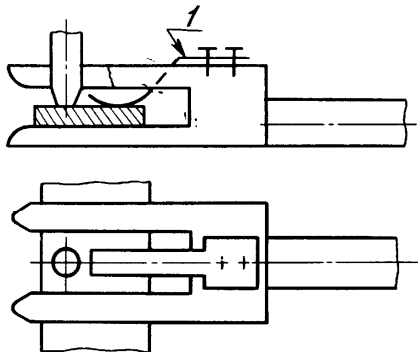


Рис. 24. Захват детали роботом

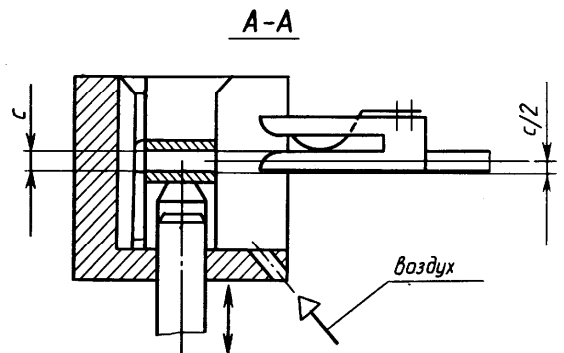
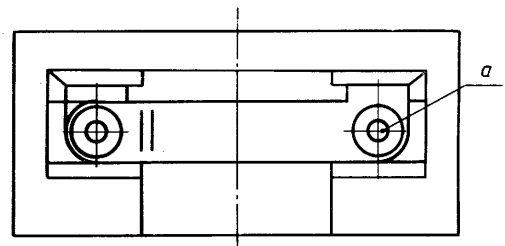
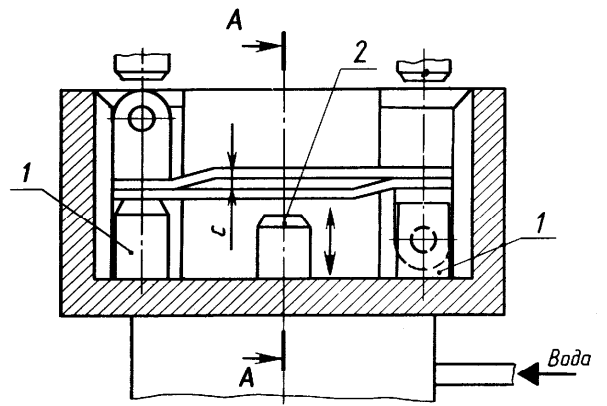


Рис. 25. Расположение деталей в ложементе контактной сварочной машины

Изготовление пластины для навески капота (табл. 1, вариант ба)

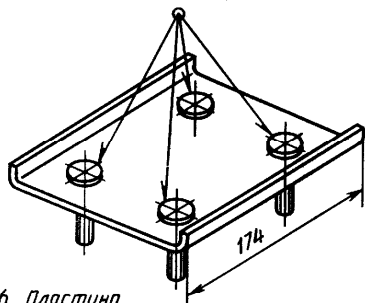


Рис. 26. Пластина

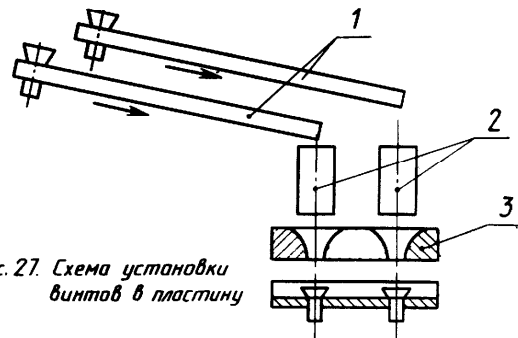
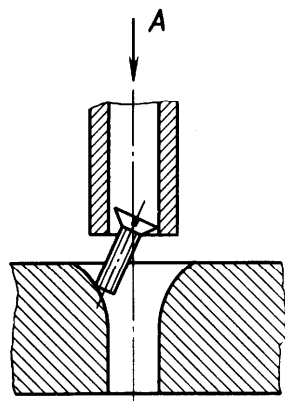
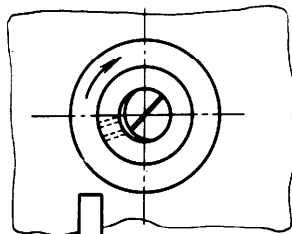


Рис. 27. Схема установки винтов в пластину



Вид А



Воздух

Рис. 28. Схема ориентирующего устройства

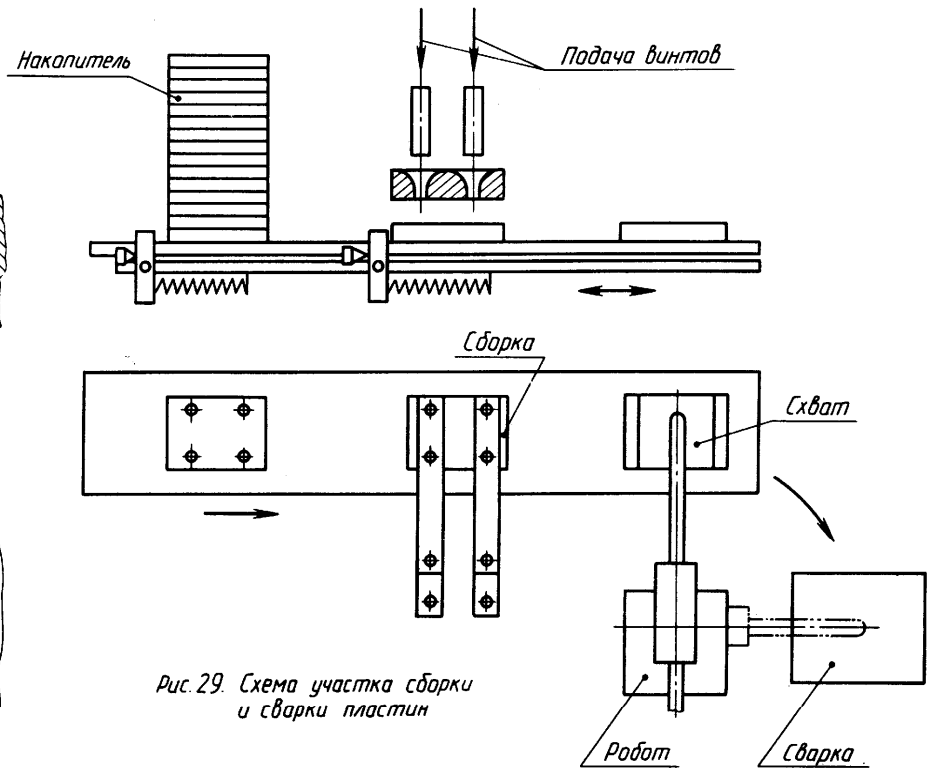


Рис. 29. Схема участка сборки и сварки пластин

Изготовление тяги акселератора
(табл. 1, вариант бб)

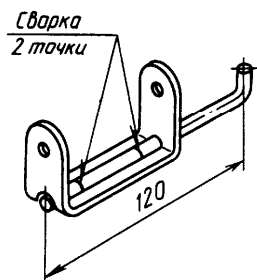


Рис. 30. Тяга акселератора

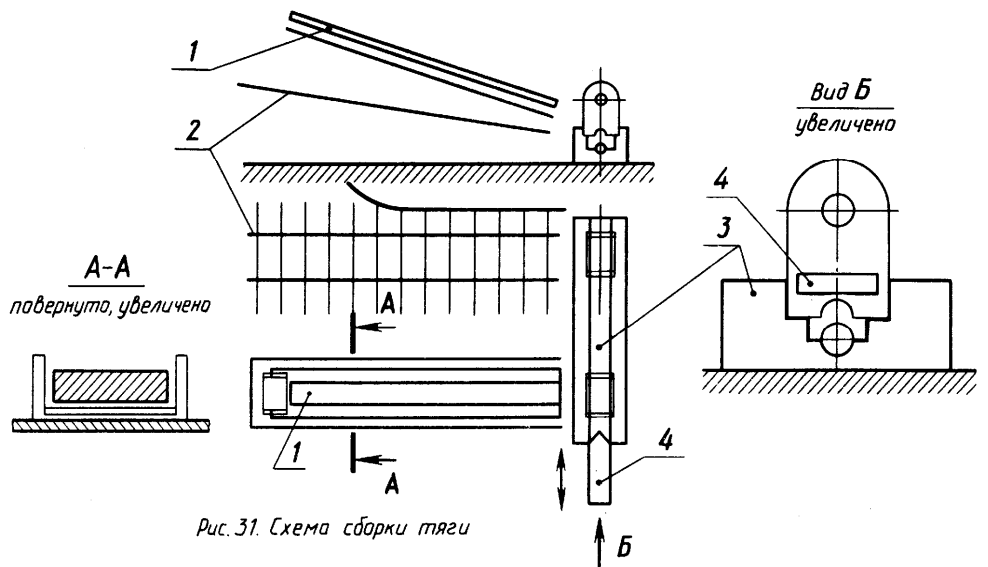


Рис. 31. Схема сборки тяги

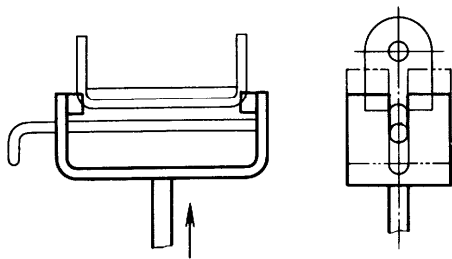


Рис. 32. Подъем тяги

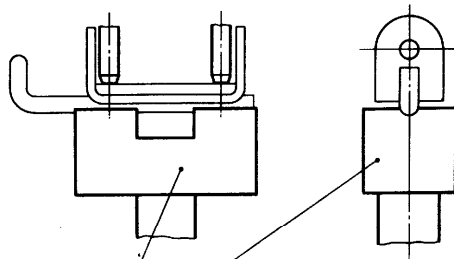


Рис. 34. Контактная сварка тяги

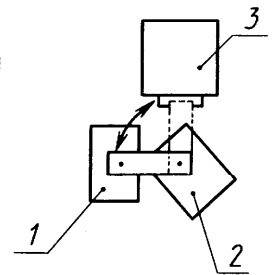


Рис. 35. Схема РТК

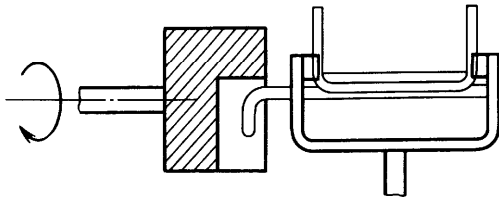


Рис. 33. Поворот тяги

Изготовление крышки пробки топливного бака (табл. 1, вариант 6в)

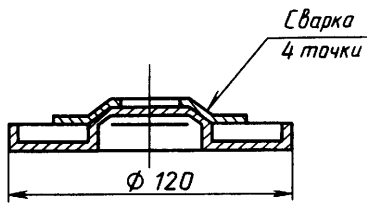


Рис. 36. Крышка пробки

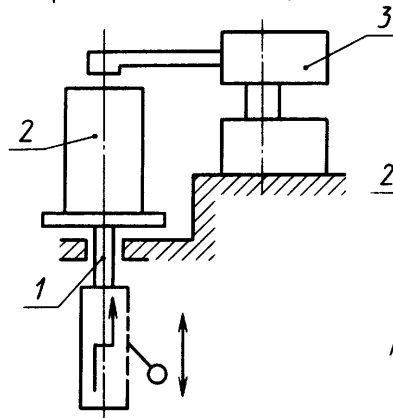


Рис. 37. Схема устройства для подачи деталей к захвату работ

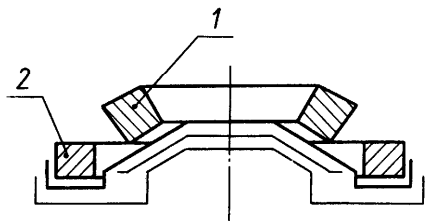


Рис. 38. Схема расположения магнитов в схвате

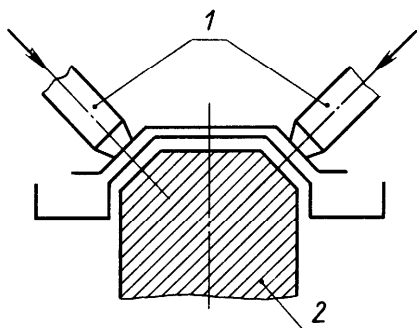


Рис. 39. Контактная сварка (4 точки)

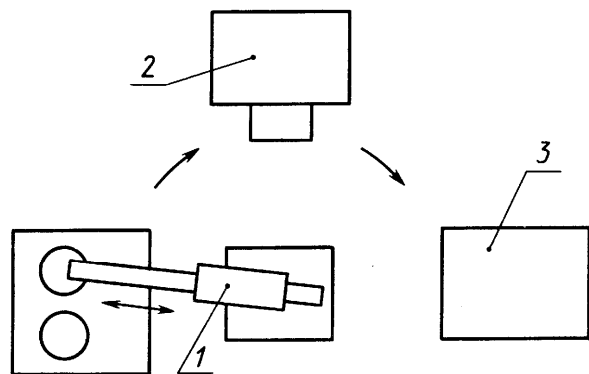


Рис. 40. Схема РТК

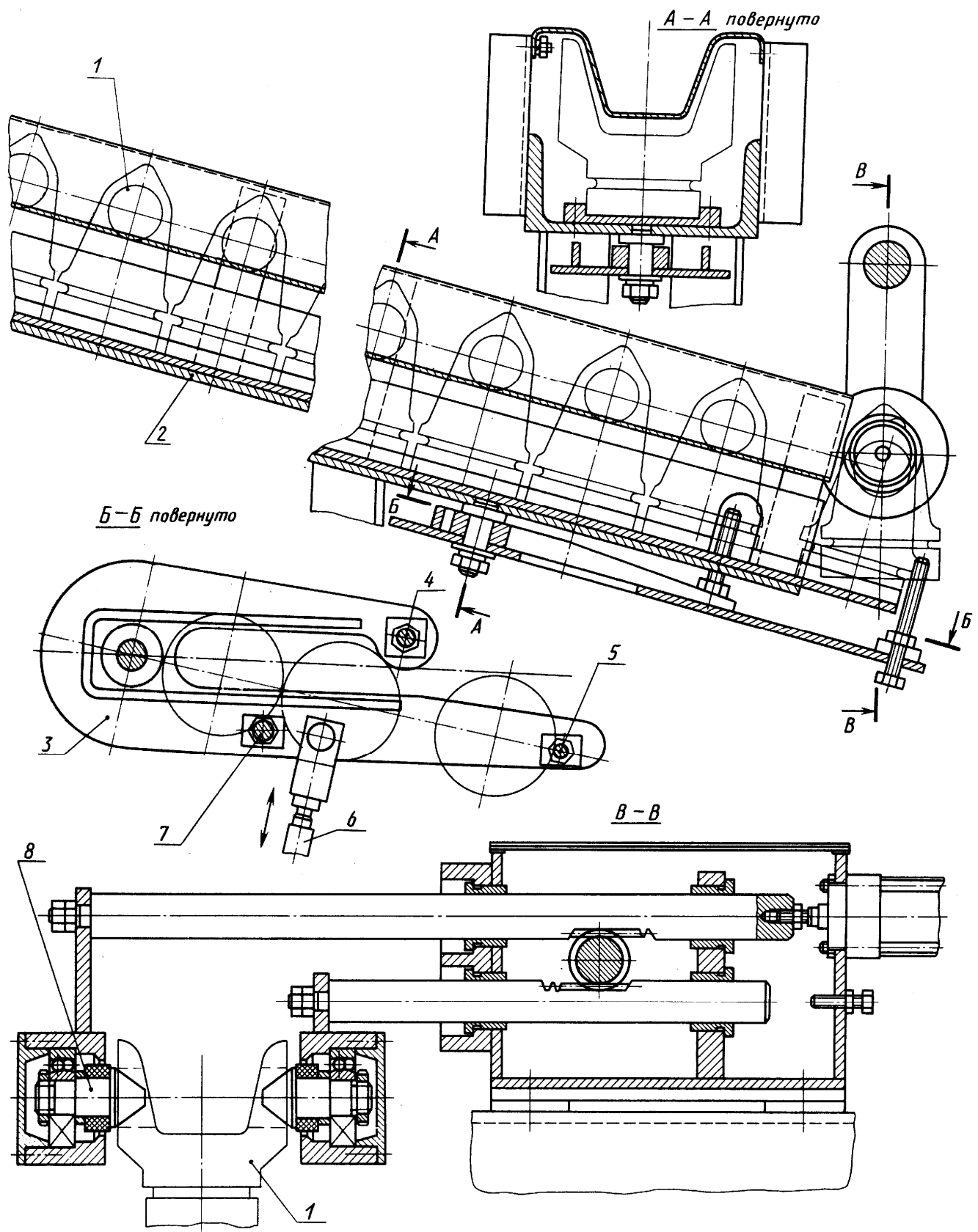


Рис. 41. Ориентирование и захват головки карданного вала

4. БАЛОЧНЫЕ И РЕШЕТЧАТЫЕ КОНСТРУКЦИИ (ЛИСТЫ 91 ... 126)

ПОЯСНЕНИЯ К ЛИСТАМ 91... 126

БАЛКИ

Типы поперечных сечений и размеры сварных балок весьма разнообразны. Если нагрузка приложена в вертикальной плоскости, чаще всего используют балки двутаврового сечения. При приложении нагрузки в вертикальной и горизонтальной плоскостях, а также при действии крутящего момента более целесообразно использование балок коробчатого сечения.

Сборка и сварка двутавровых балок (листы 91 ... 93).

Обычно сварной двутавр состоит из трех основных листовых элементов: стенки и двух полок. Сборка балки (лист 91, рис. 1) должна обеспечить симметрию и взаимную перпендикулярность полок и стенки, прижатие их друг к другу и закрепление прихватками. При использовании сборочных кондукторов (рис. 2) это достигается соответствующим расположением баз и прижимов по всей длине балки с последующей постановкой прихваток. На установках с самоходным порталом (рис. 3) зажатие и прихватку осуществляют последовательно от сечения к сечению. Для этого портал 1 подводят к месту начала сборки (обычно это середина балки), включением вертикальных 2 и горизонтальных 3 пневмоприжимов прижимают лист стенки к стеллажу, а пояса к стенке балки и в собранном сечении ставят прихватки. Затем прижимы выключают, портал перемещают вдоль балки на шаг прихватки, и операция повторяется. Наличие у портала вертикальных прижимов позволяет собирать балки значительной высоты H , не опасаясь потери устойчивости стенки от усилий горизонтальных прижимов. На рис. 4 показан универсальный сборочный кондуктор для сборки балок.

Сборочное устройство с самоходным порталом показано на рис. 5. На жесткой раме 1 смонтированы две продольные балки 5 и 6, из которых одна балка 5 закреплена неподвижно, а другая 6 может перемещаться поперек рамы. Настройка такой установки на определенную высоту собираемой балки осуществляется перемещением продольной балки 6 с помощью винтов 10, приводимых во вращение электродвигателем 2 через редукторы 3 и 8 и вал 4. Сборочный портал состоит из ригеля 20 и ног 15 и 24 и имеет два неподвижных пневматических прижима 21 и 25 и два подвижных прижима 17 и 19, установленных на тележках 16 и 18, закрепляемых винтами. Перемещение портала по рельсам 7 осуществляется с помощью приводных колес 13 от электродвигателя 22 через редуктор 23 и цепную передачу. Захваты 26 устраняют опасность подъема портала при включении вертикальных прижимов. Элемент стенки укладывают на балки 5 и 6, полки — на поддерживающие винты 12, их установке помогают стойки 11. Сборщик садится на сиденье 14 и подводит портал к месту начала сборки.

Вертикальными прижимами лист вертикальной стенки прижимается к раме установки, горизонтальными прижимами к кромке вертикальной стенки прижимаются пояса, и в собранном сечении ставят прихватки. Затем прижимы выключаются, портал перемещают на 500 ... 700 мм, и операция повторяется. После окончания сборки портал отводят в крайнее положение и пневматическими толкателями 9 собранную балку поднимают над рамой установки.

При сборке балок большой высоты (например, при сборке элементов мостовых пролетных строений) может использоваться подобная сборочная установка, но с большим числом вертикальных пневматических прижимов (лист 92, рис. 6).

В неподвижных кондукторах прихватки обычно ставят только с одной стороны балки (рис. 7, а). Сборочные поворотные кондукторы сложны, зато в них после поворота можно производить прихватку и с другой стороны (рис. 7, б, в).

При изготовлении двутавровых балок основной сварочной операцией является выполнение поясных швов, свариваемых обычно автоматами под слоем флюса. Приемы и последовательность наложения швов могут быть различными. Приемы сварки наклоненным электродом (рис. 8, а, б) позволяют одновременно сваривать два шва, однако имеется опасность возникновения подреза стенки или полки. Выполнение швов "в лодочку" (рис. 8, в) обеспечивает лучшие условия их формирования и проплавления, но поворачивать изделие приходится после сварки каждого шва. Для поворота используют позиционеры и кантователи.

В некоторых случаях для сварки балок удобны кантователи с кольцами (рис. 9). Собранная балка укладывается на нижнюю часть 1 кольца, откидная часть 2 замыкается с помощью откидных болтов 3, и балка закрепляется системой зажимов 4. В том случае, если длина балки велика и необходимо предотвратить ее прогиб, можно между опорами расположить опорные разъемные кольца. На рис. 10 показан универсальный кантователь такого типа.

Для сварки балок малой жесткости используют кантователь (лист 93, рис. 11) с жесткой рамой 1, опирающейся на две неподвижные опоры 2 с помощью цапф 3. Цепной кантователь (рис. 12) состоит из нескольких фасонных рам 5, на каждой из которых смонтированы две цепные звездочки (холостая 1 и ведущая 4) и натяжная звездочка 6. Свариваемую балку 3 укладывают на провисающую цепь 2. Ведущие звездочки имеют общий приводной вал и обеспечивают поворот балки в требуемое положение.

При сварке двутавровых балок значительной высоты иногда используют простейшие приспособления (рис. 13), являющиеся составной частью сборочного стеллажа. В рабочем положении балка 2 (рис. 13, а) опирается на съемный упор 5 и поддерживается подставкой 1 с помощью стойки 3 и гнезда 4. Нерабочее положение устройства показано на рис. 13, б. Более целесообразны полуповоротные кондукторы (рис. 14) с перекатными порталами для поджата горизонтальных листов, обеспечивающие после сборки сварку двух поясных швов. При этом рама 1 кондуктора наклоняется на 45° в ту или иную сторону с помощью гидравлических цилиндров 2. Однако применение таких кондукторов требует дополнительных приспособлений и транспортных операций для сварки "в лодочку" второй пары поясных швов. Поэтому при изготовлении балок мостов нашли применение поворотные кондукторы для сборки и сварки балок длиной до 34,2 м и высотой от 1,6 до 3,8 м при ширине поясов до 1 м. Мост 2 (рис. 15, а) кондуктора поворачивается в подшипниках, а в средней части имеет поддерживающее кольцо, состоящее из двух половин 8 (рис. 15, б) и 11, которое опирается на ролики 1 (рис. 15, а). Прижатие горизонтальных листов к вертикальному осуществляют передвижным порталом 5, имеющим боковые 4 и вертикальные 6 прижимы. Кроме того, положение листов фиксируется опорными элементами 3 и 10, прихватками и прижимами упоров 9. По завершении сборки портал 5 уводит за пределы моста кондуктора, устанавливают верхнее полукольцо 8, наклоняют кондуктор и выполняют первый шов с помощью сварочного трактора 7 (рис. 15, б). После выполнения второго шва (рис. 15, в) кондуктор переводят в горизонтальное положение (рис. 15, г), устанавливают поддерживающие балки 12, сдвигают опоры 3 и выполняют третий и четвертый швы в положениях, показанных на рис. 15, д, е.

Поточная линия изготовления двутавровых балок (лист 94).

Схема расположения оборудования при изготовлении сварных двутавровых балок в поточной линии показана на рис. 1. Если стенку двутавра приходится составлять по длине из двух листов, то на позиции 1 осуществляют обрезку кромок и сварку их с одной стороны. Для этого оператор, управляя приводом роликового конвейера, располагает листы 1 и 2 (рис. 2, а) по обе стороны от упора 3, выдвигаемого над поверхностью роликового конвейера пневмоцилиндром. Затем включением шлепперного устройства 4 оба листа сдвигаются до упора 5, упор 3 убирается ниже поверхности роликового конвейера, и самоходная тележка с двумя резаками, перемещаясь по направляющим 6, одновременно обрезает кромки листов 1 и 2. С помощью роликового конвейера листы устанавливают стыкуемыми кромками по оси флюсовой подушки, зажимают и сваривают автоматом под флюсом. Далее сваренную заготовку 1 (рис. 2, б) подают роликовым конвейером до упора 2 и резаком по направляющим 3 обрезают под размер L по длине. Сваренную с одной стороны заготовку стенки кантователем 2 (рис. 1) передают с поворотом на 180° на параллельный роликовый конвейер и сваривают стыковой шов с другой стороны. На позиции 4 осуществляют правку волнистости в многоваликовой правильной машине. На позиции 7 ножницы с двумя парами дисковых ножей обрезают продольные кромки под размер высоты стенки. Подъемные столы 5 (рис. 1 и 2, в), с поперечным перемещением от ходовых винтов 1 (рис. 2, в), приподнимают заготовку стенки над роликами роликового конвейера (рис. 1 и 2, в), ориентируют ее и устанавливают вдоль оси

симметрии ножниц. Прямолинейность обрезаемых кромок обеспечивается захватом заднего конца заготовки пневмозажимом 4 (рис. 2, в), скользящим по направляющей 3. Такой же пневмозажим 2 захватывает передний конец стенки на выходе из ножниц. Готовая стенка роликовым конвейером подается в питатель 11 (рис. 1) сборочного участка.

Для полок используют полосы универсальной стали длиной, равной длине свариваемой балки. По роликовому конвейеру 8 их подают в многовалковую правильную машину 9, затем с роликового конвейера 10 готовые полки в горизонтальном положении с помощью магнитных захватов, подвешенных к траверсе крана, подают в питатель 11.

Сборочный участок имеет два последовательно расположенных рабочих места: питатель 11 и сборочный стан 12.

Задачей питателя является прием трех листовых элементов в горизонтальном положении, поворот полок на 90° и подача всех трех элементов в сборочный стан с помощью роликов 7, 2, 3, расположение которых показано на рис. 3, а, б. Выдача всех трех элементов из питателя осуществляется приводом опорных роликов 1 и 3.

Общая компоновка узлов питателя предусматривает два жестких суппорта, несущих правую и левую группы роликов; их взаимное перемещение (сближение или раздвижка) обеспечивает наладку питателя на различную высоту собираемой балки.

В сборочном стане элементы балки принимаются системой роликов, повторяющих расположение роликов питателя (рис. 6, а), привод движения обеспечивается вращением первой пары прижимных роликов 2. При опускании роликов 1 стенка балки ложится на магнитный стол 4 (рис. 6, б). Подъемники 5 приподнимают полки над роликами 3 (рис. 6, д), обеспечивая симметрию их расположения относительно стенки. Сборка завершается зажатием элементов по всей длине гидроцилиндрами роликов 2 и постановкой прихваток. После выключения магнитного стола и отхода прижимных роликов 2 ролики 1 приподнимают балку 6 (рис. 6, в), и она выдается из стана после поджима и включения вращения крайней пары прижимных роликов 2.

Механизмы сборочного стана представлены на рис. 4. Справа на рисунке показано положение элементов при приемке их из питателя, а слева - положение элементов перед выполнением прихваточного шва.

Из сборочного стана 12 (рис. 1) двутавр поступает на роликовый конвейер 13 сварочного участка, где к двутавру приваривают выводные планки. Так как в этой поточной линии поясные швы выполняют в положении "в лодочку" и первый из них укладывают со стороны, где нет прихваток, то на сварочном участке балку приходится последовательно устанавливать в положения, показанные на рис. 5. Кантователь 14 перекладывает балку с роликового конвейера 13 на параллельный роликовый конвейер с поворотом на 180°, подавая ее к первой сварочной установке 75, с последующей подачей ко второй сварочной установке. Затем шлепкерным устройством 76 без кантовки балку передают на роликовый конвейер 13, откуда кантователем 14 с поворотом на 180° возвращают на роликовый конвейер к третьей сварочной установке с последующей подачей к четвертой установке.

Схема кантователя для поворота балки на 180° показана на рис. 8, а, б. Кантователь имеет общий вал с жестким присоединением к нему трех рычагов 1, на которых расположены упоры 2 и магниты 3, устанавливаемые в зависимости от высоты балки. Поворот балки осуществляется перемещением зубчатой рейки 5 (рис. 8, б), соединенной с зубчатым колесом 6, закрепленным на валу. По длине вала располагаются две пары рейка-колесо. Плавность опускания балки на роликовый конвейер после прохождения мертвого положения достигается использованием гидроцилиндров 4 двустороннего действия. На рис. 7 показана схема кантователя, обеспечивающего съем балки с роликового конвейера с поворотом на 45° для сварки поясного шва в положении "в лодочку" и возвращение ее на роликовый конвейер после сварки.

После сварочного участка балка попадает на участок отделки, где последовательно проходит через две машины 77 (рис. 1) для правки грибовидности полок (рис. 9) и два торцефрезерных станка 18 (рис. 1) для обработки торцов.

Непрерывное производство сварных балок (лист 95).

При изготовлении тавровых и двутавровых балок операции сборки и сварки можно совместить во времени. Схема установки, осуществляющей такой процесс, показана на рис. 1. Взаимное центрирование заготовок, перемещение со сварочной скоростью и автоматическая сварка под флюсом обоих швов осуществляются одновременно. Прижатие стенки тавра к поясу обеспечивает пневматический цилиндр через нажимной ролик 3. Центрирование элементов тавра производится четырьмя парами роликов 1 и 2. Каждая пара имеет устройство для регулирования расстояния между роликами в зависимости от ширины пояса и толщины стенки. Движение свариваемого элемента осуществляется приводным роликом 4. Концы балки поддерживаются роликами опорных тележек 5. Второй пояс для получения двутавровых балок может привариваться при повторном пропуске тавра через установку.

Для высокопроизводительного изготовления сварных балок в непрерывных автоматических линиях большое значение приобретает применение сварки токами высокой частоты, обеспечивающей скорость сварки 10 ... 60 м/мин, т.е. на порядок выше, чем при сварке под флюсом.

В 60-х годах в США были выпущены агрегаты *win* производства сварных двутавров из рулонного проката

или обычных полос и листов с использованием сварки ТВЧ. Рулонные заготовки для стенки и полок двутавра подают к сварочному агрегату из трех разматывателей 1 (рис. 4). Гибочное устройство 4 обеспечивает подачу полок в зону сварки под углом 4 ... 7° к кромкам стенки. Скользящие контакты 7 и 2 (рис. 2) подводят ток к одной из полок и отводят от другой, что обеспечивает протекание сварочного тока вдоль поверхности стыкуемых элементов и через место их контакта под обжимными роликами. При непосредственной приварке полки к стенке (рис. 3, а) сварное соединение приобретает неблагоприятную форму. Холодная высадка кромки стенки с увеличением ее толщины с зачисткой соединения после сварки в горячем состоянии позволяет обеспечить плавный переход от стенки к полке (рис. 3, б). В соответствии с этим в рассматриваемом агрегате (рис. 4) кромки проходят предварительную осадку в машине 3 и свариваются с полками в сварочной установке 5. Затем балка проходит огневую зачистку 6, зону охлаждения 7, правку S, дефектоскопию 9 и на отводящем роликовом конвейере разрезается летучей пилой 10. В случае значительной толщины полок их жесткие заготовки подают не из рулонов, а из питателей 2 поштучно. В процессе сварки эти заготовки проходят сварочный агрегат плотно прижатые торцами друг к другу. Большого распространения эти установки не получили.

Сварные балки из прокатных двутавров (листы 96 ... 97).

В связи с пуском в нашей стране в 1978 г. стана горячей прокатки *широкополочных двутавров* с параллельными гранями полок появилась возможность использования их при изготовлении сварных конструкций, в том числе сварных балок.

Согласно ТУ 14-2-27 — 72 двутавры с параллельными гранями полок подразделяют на нормальные Б (лист 96, рис. 1, а), широкополочные Ш (рис. 1, б) и колонные К (рис. 1, в). Тавры соответственно имеют обозначения БТ (рис. 2, а), ШТ (рис. 2, б), КТ (рис. 2, в), их получают разрезкой двутавров в поточной линии (рис. 3).

Со склада двутавры поступают на тележках 1. Перекладчики 2 укладывают их по шести штук на стеллажи 3, снабженные переналаживаемыми упорами и досылателями. Оба стеллажа 3 обслуживает одна газорезательная машина 4 с шестью резаками. Разрезанные тавры с помощью перекладчиков 2 и роликового конвейера 5 подают в универсальную сортоправильную машину 6 и после правки с выходного роликового конвейера 7 перекладчиком 8 переносят на тележку 9.

Разрезка двутавра по зигзагообразной линии с последующей раздвижкой и сваркой выступов стенки существенно (в 1,5 ... 2 раза) повышает несущую способность таких *сквозных* двутавров по сравнению с исходным двутавром. Поэтому сквозные двутавры и разнообразные конструкции из них получили значительное распространение.

Схема участка изготовления сквозных двутавров показана на рис. 4. Со склада 1 по рельсовому пути 4 двутавры подают в манипуляторы 2, имеющие центральные поворотные 5 и боковые 6, подвижные в горизонтальной плоскости, траверсы. Между траверсами 5 и 6 укладывают два двутавра и прижимают их полками к соответствующим траверсам пневматическими прижимами 7 для закрепления половин двутавров после разрезки, а также с целью предотвращения деформаций от резки. После одновременной разрезки двух балок газорезательной машиной 3 по копиру, крайние траверсы 6 вместе с половинами двутавров перемещаются горизонтально в поперечном направлении на расстояние, равное высоте выступов стенки, а центральная траверса 5 вместе с двумя другими половинами поворачивается на 180° вокруг продольной оси до совмещения стыка, подлежащего сварке. После этого производится сварка на формирующей медной подкладке.

В зависимости от назначения и требуемой несущей способности облегченные балки (рис. 5) можно формировать или из двух одинаковых широкополочных двутавров, или из профилей разных размеров и марок стали.

Использование широкополочного проката обеспечивает возможность изготовления сварной двутавровой балки со сплошной стенкой путем вварки листовой вставки 2 (лист 97, рис. 6) между двумя таврами 1 и 3. Специальное сборочное устройство предусматривает подачу нижнего тавра 5 (рис. 7, а) включением транспортирующих роликов 6. Парные направляющие ролики 4 обеспечивают центровку ребра тавра 5 и листовой вставки 3. Положение верхнего тавра 1 задают опорные ролики 2 и верхняя пара направляющих роликов (на рис. 7, а не показаны). Взаимное расположение собираемых элементов закрепляется приваркой заходных и выходных планок 1 (рис. 7, б). Перемещение балки в вертикальном положении позволяет одновременно выполнять сварку под флюсом всех продольных стыков с двух сторон четырьмя сварочными головками 2. Схема удержания флюса и сдвиг сварочных головок вдоль стыка показаны на рис. 7, в, г. Типовая конструкция подкрановой балки пролетом 12 м и высотой 1100 ... 1600 мм с ребрами жесткости и поясами из тавров приведена на рис. 8.

Элементы промышленных зданий (лист 98).

Широкополочные прокатные двутавры и тавры рекомендуется широко использовать при изготовлении подкрановых балок, колонн и других элементов строительных конструкций (лист 98, рис. 1). Между собой подкрановые балки соединяют болтами, пропущенными через торцовые ребра жесткости, выступы этих ребер опирают на колонны (рис. 3).

Колонны могут быть постоянного и переменного сечения, сплошные и решетчатые. Их сечения обычно выполняют составными с использованием широкополочных прокатных профилей (рис. 2). К изготовлению колонн условия монтажа предъявляют следующие требования: перпендикулярность оси колонны к опорной плоскости плиты башмака и соблюдение расстояния между колоннами, правильность расположения монтажных отверстий. Характерные конструктивные решения колонн, предусматривающие их изготовление на специальных механизированных поточных линиях, показаны на рис. 4...6.

Стержни коробчатого сечения (лист 99).

Сварные элементы коробчатого сечения (рис. 1, а ... д) нашли применение в качестве стержней ферм железнодорожных мостов. Для окраски внутренней полости в одном (рис. 2, а, б, г) или двух (рис. 2, в) горизонтальных листах делают перфорацию, т.е. овальные отверстия, равномерно расположенные вдоль продольной оси. Размеры этих элементов унифицированы, они имеют ширину 526 мм, высоту 450, 600 и 880 мм, а длину до 17 м. Элементы не имеют диафрагм, что затрудняет их сборку, поэтому в серийном производстве для их сборки используют специальные кондукторы, фиксирующие детали по наружному контуру. Кроме того, с целью предотвращения винтообразного искривления сварку осуществляют наложением одновременно двух симметрично расположенных в одной плоскости угловых швов наклоненными электродами. Для этого используют двудуговые тракторы типа ТС-2ДУ. Внутренние размеры коробки обеспечивают пропуск такого трактора.

Схема сборочного кондуктора показана на рис. 3.

На раме 1 с помощью ходовых винтов 2 передвигаются упоры 3 с пневмоприжимами 4 для закрепления стенки 5. Овальные отверстия в листе 6 позволяют использовать подставки 7. Последовательность операций показана на рис. 4. После установки нижнего перфорированного и двух боковых листов (рис. 4, а) через отверстие в нижнем листе вводят подставку и поворачивают ее на 90°. Подставка имеет разжимные кулачки, с помощью которых боковые листы прижимают к опорным стойкам (рис. 4, б). Затем трактором с наклоненными электродами выполняют первую пару внутренних швов, причем по ме-

ре движения трактора выдвигные подставки автоматически убираются в корпус приспособления (рис. 4, в). После этого упоры с прижимами раздвигают, подставки поднимают на уровень нижней кромки второго горизонтального листа, устанавливают верхний лист (рис. 4, г), возвращают упорные стойки с прижимами и дуготрактором заваривают верхнюю наружную пару швов (рис. 4, д). Сварку второй пары наружных и внутренних швов выполняют вне кондуктора также дуготрактором (рис. 4, е).

При сварке герметично закрытых стержней коробчатого сечения швы выполняют снаружи. Герметизация достигается установкой внутри коробки вблизи концов стержня диафрагм-заглушек 1 (см. рис. 1, а, б), отгибом обоих горизонтальных листов 1 (см. рис. 1, в) до их соединения друг с другом или установкой изогнутых подковообразных листовых заглушек 1 (см. рис. 1, г, д), служащих одновременно компенсаторами сечения, ослабленного отверстиями под болты.

Серийное производство балок (листы 100, 101).

В тех случаях, когда балочный элемент оснащается вспомогательными деталями в условиях крупносерийного производства, сборочно-сварочные операции выполняют в поточных линиях, снабженных высокопроизводительными транспортирующими и кантующими устройствами. Примером может служить полуавтоматическая линия сборки и сварки поперечных балок платформы автомобиля ЗИЛ-130 (лист 100, рис. 1). Схема линии показана на рис. 3. На каждом из пяти (I ... V) рабочих мест имеются захватывающие и кантующие устройства 4. В начале и конце линии расположены магазины-накопители 1 и 3, автоматически подающие заготовки и снимающие готовые балки. Все семь позиций линии связаны шаговым конвейером 2, состоящим из соединенных цепью тележек 5 с подъемными столиками 6, имеющими выступы 7 для фиксации принимаемой заготовки. Гнутые швеллеры 1 (см. рис. 1) укладывают в магазин-накопитель 1 (рис. 3). Очередная заготовка, поданная штанговым устройством 8 с собачками (сечение А — А), автоматически приподнимается устройством тележек. После отхода штангового устройства заготовка опускается в нижнее положение, перемещается на следующее рабочее место, где снова поднимается и захватывается пневматическими зажимами кантователя (сечение Б—Б, положение 1). При опускании подъемников конвейер возвращается в исходное положение. Балка в кантователе поворачивается так, чтобы обеспечить наиболее удобное положение для сборки и сварки (сечение Б—Б, положение 2). После окончания операций на всех рабочих местах подъемники поднимаются, балки в кантователях освобождаются от закрепления и опускаются подъемниками на подставки тележек конвейера, при помощи которых и перемещаются на один шаг.

На первых двух рабочих местах операторы устанавливают узлы 3 (см. рис. 1) и фиксируют их положение на балке контактной сваркой с помощью подвесных клещей в точках 1 (рис. 2, а, б). На последующих рабочих местах операторы выполняют различные угловые швы 2 полуавтоматами, причем на третьем рабочем месте дополнительно устанавливают и приваривают петли 2 (см. рис. 1).

Более универсальная автоматизированная поточная линия используется для изготовления поперечных балок восьми модификаций, базирующихся на двух моделях (рис. 4, д, б), которые отличаются холодногнутыми корпусами 1 и 4 и деталями 2, 3, 5, 6 и др. Всего для автомобилей ЗИЛ-130, ЗИЛ-131 и ЗИЛ-133 ежегодно требуется около 400 тыс. таких балок.

Различные рабочие места линии (рис. 5) налаживаются на выполнение операций на балках определенной модификации. При таком построении линии работа выполняется одновременно не на всех рабочих местах, а только на тех, которые необходимы для изготовления балки конкретной модификации. Под каждым рабочим местом (I ... XIII) линии указаны номера моделей балок. На рабочих местах I и II осуществляется автоматическая загрузка линии корпусами балок из контейнеров 1 манипуляторами подачи 3. На рабочих местах III ... XI выполняются сборочные и сварочные работы с помощью двухкоординатных манипуляторов 2, оборудованных или сварочными клещами, или сварочными головками для выполнения валиковых швов. Рабочие места XII и XIII предназначены для автоматического снятия готовых балок и укладки их в контейнеры. Все рабочие места линии связаны единой транспортной системой, содержащей 11 тележек 4, которые передают балки с одного рабочего места на другое.

Последовательность изготовления балок на линии следующая. Нижний ряд корпусов балок из контейнера 1 (лист 101, рис. 7) транспортером 2 подается в автоматическом режиме к месту съема, где двухкоординатным манипулятором 6 каждый очередной корпус балки захватывается и укладывается на тележку 5. Переход к выдаче балок из следующего ряда осуществляется опусканием платформы 3 устройством 4 вместе с контейнером.

На рабочих местах III, IV, V и VI (см. рис. 5) выполняются операции по установке и автоматической приварке дуготракционной сваркой усилителей к корпусам балок. На каждом из этих рабочих мест гидродъемником 7 (рис. б) или кантователем 8 корпус балки снимается со штырей 6 тележки 5 и подается к месту, где производится установка и приварка усилителей с помощью манипуляторов 1, перемещающих сварочные клещи 2 с гидроприводом для сжатия деталей и устройствами 3 и 4 для сбора и удаления газов. По завершении работ подъемник 7 (или кантователь 8) возвращает балку на тележку 5. На рабочих местах VII ... XI (см. рис. 5) производится установка других деталей и автоматическая их приварка точечными и валиковыми швами.

На рабочем месте XII осуществляется осмотр готовых балок и устранение дефектов. Затем с транспортной тележки 1 (рис. 8) балка снимается кантователем 2 с поворотом на 90° и манипулятором 3 пода-

ется на рабочее место XIII (см. рис. 5), где укладывается в контейнер. При изготовлении поперечных балок модели № 1 на поточной линии работают три оператора-сборщика, а при изготовлении балок модели № 2 — четыре.

Другим примером крупносерийного производства, где автоматизированы не только транспортировка, но и сборка заготовок, может служить полуавтоматическая линия изготовления угловой стойки (рис. 9) грузового полувагона. Холодногнутые заготовки 1 и 2 толщиной 5 мм сваривают между собой контактной точечной сваркой, все остальные детали 3, 4, 5 и 6 приваривают дуговой сваркой в среде $\text{CO}_2 + \text{O}_2$.

В начале линии расположены две нитки оборудования, каждая из которых имеет загрузочное устройство (рис. 10). Пакет заготовок 3 краном укладывают на тележку 2, которая пневмоцилиндром 1 перемещается в зону оператора 4. Поворот рычага вокруг оси 15 от пневмоцилиндра 5 обеспечивает съём пакета заготовок с тележки 2, после чего тележка и рычаг оператора возвращаются в исходное положение и начинает работать автооператор. Его траверса 7 с электромагнитами 6 пневмоцилиндром 8 опускается вниз до соприкосновения с верхней заготовкой пакета, захватывает заготовку и поднимает ее вверх до упора. Надежность захвата заготовок обеспечивается шарнирным закреплением магнитов 6 на качающихся рамках 12 с регулируемыми упорами 13. Из верхнего положения поворотом рычага 9 вокруг оси 11 от пневмоцилиндра 10 траверса переносит заготовку к роликовому конвейеру до упора вертикальной стенки в ограничительные боковые ролики 14. С отключением электромагнитов заготовка ложится на роликовый конвейер и транспортируется к рабочим позициям, где устанавливают и приваривают внутренние ребра, производят окраску и грунтовку.

Сборку внутренней стойки с наружной осуществляют на специальной автоматизированной установке (рис. 11). Стойки 3 и 13 с приваренными ребрами 4 и 12 подаются роликовыми конвейерами 5 стенов 15 и 1 до упоров, включающих боковую фиксацию стоек прижимами 6 от пневмоцилиндров 17 до упора в ролики 2 и 16. Затем прижим 6 освобождает стойку 3, включая электромагниты 11 и привод кантователя-укладчика 7. Рычаг 8 кантователя-укладчика захватывает магнитами стойку 3 и с поворотом на 180° укладывает и прижимает ее к стойке 13 с помощью пружины в корпусе 10. Затем стойки фиксируются пневмоприжимами 9 и 14 и прихватываются. После завершения сборки прижимы 9, 14 и 6 отходят, рычаг кантователя-укладчика возвращается в исходное положение, а собранная стойка при включении привода роликового конвейера подается в автоматический накопитель, откуда стойки поступают к двум контактными машинам. Здесь один рабочий с помощью транспортной тележки, обеспечивающей шаговую подачу, одновременно сваривает два ряда точек. На завершающем участке линии устанавливают и приваривают к стойке наружные планки, петли и торцовую накладку.

РАМЫ

Рамные конструкции представляют собой систему жестко соединенных балок. Изготовлению сварной рамы обычно предшествует изготовление балочных элементов. В этом случае сборка рамы заключается в придании этим элементам проектного взаимного расположения, а сварка — в выполнении сопряжения между ними.

Изготовление рамы вагона (листы 102 ... 104).

Характерным примером является рама полувагона (лист 102, рис. 1), состоящая из хребтовой балки 1 и восьми поперечных балок, включая передние 2, шкворневые 3, промежуточные 4 и средние 5. Узлы сопряжения этих балок показаны на рис. 2,3,4.

Сечение хребтовой балки составляют два зета и двутавр. Перед общей сборкой балки к этим элементам приваривают ряд деталей, а два зета, кроме того, собирают друг с другом на прихватках. Затем собранные зеты укладывают в приспособление (лист 103, рис. 5), представляющее собой раму 2, закрепленную на фундаменте 1 и оснащенную фиксаторами и пневмоприжимами. Положение зетов фиксируется концевыми и боковыми прижимами 3 и 6, продольными упорами 5 и вертикальными прижимами 7. Затем сверху укладывают двутавр, фиксируют его положение откидным упором 8 и прижимают по концам к зетам с помощью вертикальных откидных рычажно-винтовых прижимов 4. Для компенсации деформаций изгиба балки при последующей сварке продольных швов включением пневмоцилиндров 9 зажатые по концам деталям задают обратный прогиб, после чего нижние полки двутавра прихватывают к верхним полкам зетов и собранную хребтовую балку освобождают от закрепления и вынимают из приспособления.

Сварку продольных швов балки выполняют под флюсом в поворотном приспособлении, схематически показанном на рис. 6 (лист 104). При вертикальном положении приспособления собранную на прихватках балку укладывают на раму 2 (рис. 6, а) и включением пневмоцилиндров 4 с помощью рычага 1 создают обратный прогиб балки. Затем с помощью опорных 3 и приводных 5 роликов приспособление с балкой устанавливают в удобное для сварки положение (рис. 6, б, в) и последовательно выполняют оба продольных шва, соединяющих двутавр с зетами.

Поперечные балки собирают до общей сборки рамы (см. лист 102, рис. 1) полувагона, причем концевые балки собирают целиком, а остальные (шкворневые, промежуточные и средние) в виде полубалок из вертикальных и верхних листов, нижние листы этих балок устанавливают в процессе общей сборки рамы. Сварку всех поперечных балок выполняют под флюсом в поворотных приспособлениях.

Сборку рамы полувагона осуществляют в перевернутом положении. В приспособление последовательно устанавливают все поперечные балки, а затем последней опускают хребтовую балку, заводя ее между вертикальными листами поперечных балок до опирания элементов Z-образного профиля на верхние горизонтальные листы поперечных балок (см. лист 102, рис. 3). После выверки, зажатия и прихватки этих элементов рамы устанавливают и прихватывают нижние листы поперечных балок, а также сваривают некоторые швы.

Собранную раму полувагона краном переносят и устанавливают в раскрытые кольца 1 и 2 поворотного приспособления, показанного на рис. 7 (лист 104). Детали 4 полуколец замыкают и стягивают болтами 5, а хребтовую балку рамы винтами 6 прижимают к опорным пластикам 7 нижних полуколец 8. Для поворота рамы на 180° при расположении ее оси вращения на расстоянии от пола, удобном для сварки, предусмотрены приямки 3. В этом кантователе осуществляют общую сварку рамы, а также устанавливают и приваривают мелкие детали.

Изготовление рам (листы 105, 106).

Серийное производство рам имеет место и при изготовлении других транспортных конструкций. Значительные размеры рам по ширине заставляют принимать специальные меры, облегчающие доступ к месту сварки. Для этой цели используют передвижные подъемные площадки для сварщиков, располагают позиционеры в специальных углублениях с тем, чтобы сварка производилась на уровне пола, применяют наклоняющиеся или подъемно-поворотные устройства. Кантователь последнего типа показан на рис. 5 (лист 106).

На рис. 1 (лист 105) приведен эскиз рамы тепловоза, расположение прижимов сборочного кондуктора обозначено стрелками.

Продольные балки 1, состоящие из двутавра с двумя накладными поясами, прижимаются в горизонтальном направлении к упорам 7 четырьмя прижимами 6, а в вертикальном направлении - к раме кантователя тремя парными прижимами 8. Три торцовыми прижимами 5 закрепляются буферные бруссы 4 и лобовые листы. Диафрагмы 2 и другие дополнительные детали устанавливаются по гнездам и закрепляются винтовыми зажимами. Боковые швеллеры 3 прижимаются в вертикальном и горизонтальном направлениях откидными пневмоможащими 9. Конструктивное оформление прижимов 8 и 6 показано на рис. 3, а, б.

Сравнительно сложные рычажные системы этих устройств оправданы их целевым назначением. В первом случае (рис. 3, а) свободно подвешенный пневмоцилиндр 1 с малым ходом поршня обеспечивает прижатие пояса балки 2 к основанию сразу с двух сторон при значительном перемещении прижимов 3, обеспечивающих установку деталей и съем собранной рамы. Во втором случае (рис. 3, б) требуемый ход прижима 5 обеспечивается шарнирно закрепленным на основании пневмоцилиндром 1 через рычаги 2 и 3 и коромысло 4. В крайнем левом положении прижима усилие достигает максимума из-за распора рычагов 2 и 3. Сборочный кондуктор с пневмоприжимами, упорами и фиксаторами выполнен в виде поворотной платформы 1 (рис. 2). Поворот кондуктора осуществляется двумя гидродомкратами 3, шарнирно закрепленными на основании 2. Оси 4 поворота выполнены выдвижными и приводятся четырьмя гидроцилиндрами. После сборки и прихватки производится сварка. При этом кондуктор с закрепленной на нем рамой поворачивается в удобное для сварки положение (рис. 2), а вдоль стенда перемещаются тележки для сварщиков (лист 106, рис. 4).

Завершение сборки и сварки рамы тепловоза осуществляют на ряде рабочих мест поточной линии, обслуживаемой тележечным конвейером 6 (рис. 6). Каркас рамы 2 укладывают на выдвижные опоры 3 стоек 7 позиции I поточной линии. Тележки конвейера 6 с опущенными домкратами 4 находятся на шести исходных позициях (по две тележки на каждую позицию). По окончании операции домкраты тележек поднимают рамы на всех позициях, выдвижные опоры стоек освобождаются и убираются. После этого приводной станцией 8 с помощью тягового элемента 1 все тележки по рельсовому пути 5 передвигаются на одну позицию, опоры стоек ставятся в рабочее положение, домкраты опускаются и рамы ложатся на стойку. Затем все тележки одновременно возвращаются в исходное положение, и начинается следующий цикл.

При последовательном прохождении рабочих мест на каркас рамы устанавливают и приваривают листы верхнего и нижнего настилов, шкворни, швеллеры и другие детали. Поворот рамы на рабочих местах осуществляется подъемно-поворотными кантователями устройствами, сварка выполняется автоматами под слоем флюса и полуавтоматами в среде CO₂.

Рамы транспортных конструкций испытывают многократное воздействие динамических нагрузок. В этих условиях для надежной работы сварной конструкции требуются такие конструктивное оформление и технология сборки и сварки, которые обеспечивают минимальную концентрацию напряжений. Однако в местах сопряжения балочных элементов стыковые соединения нередко приходится выполнять односторонними, что приводит к появлению несплошностей. Как исключить такие стыки при изготовлении рамы тележки, показано на рис. 7. Вертикальные листы боковин и концевых бруссов образуют наружный (рис. 7, в) и внутренние (рис. 7, б) стеновые блоки, сваренные двусторонними стыковыми швами. Аналогично из горизонтальных листов можно собрать и сварить двусторонними швами верхний (рис. 7, а) и нижний (рис. 7, г) поясные блоки. Общая сборка всех блоков (рис. 7, д) завершается выполнением угловых швов.

Мостовые краны (лист 107).

Для конструкций крановых мостов малой и средней грузоподъемности характерны два типа. Мосты первого типа (рис. 1) состоят из двух коробчатых пространственно-жестких балок 1, объединенных по концам концевыми балками 2, в которых устанавливают ходовые колеса. В мостах второго типа (рис. 2) каждая половина несущей конструкции представляет собой пространственную систему, составленную из двух вертикальных 7, 2 и двух горизонтальных 3, 4 ферм. Вертикальная ферма 2 является главной, на ее верхнем поясе располагают рельс 5. Вспомогательная ферма 1 соединяется с главной горизонтальными фермами 3 и 4. Все элементы половины моста приводятся к пространственно-жесткой системе при помощи раскосов 6. Схема движений мостового крана и тележки показана на рис. 3.

В настоящее время основной конструктивной формой главных балок считают коробчатое сечение с симметрично расположенным рельсом (рис. 4). По сравнению с форменной конструкцией она несколько тяжелее, но более технологична. Последовательность изготовления балки коробчатого сечения показана на рис. 5.

Изготовление главной балки (лист 108).

Схема оборудования участков поточной линии показана на рис. 1. Первое рабочее место (рис. 1, а, б) включает два сборочно-сварочных стенда, на которых собирают и сваривают верхний пояс, устанавливают и приваривают диафрагмы и уголки жесткости. Элементы верхнего пояса 5 в горизонтальном положении подают на сборочный стенд с помощью самоходного портала 2, снабженного траверсой с вакуумными присосами 3. Сборку листов выполняют на флюсомагнитных подушках 1, сварку производят сварочными аппаратами 4 с двух сторон с промежуточной кантовкой пояса на 180° . Затем на пояс по разметке устанавливают и прихватывают диафрагмы 6 (рис. 1, б) и уголки жесткости. Собранный узел ("гребенку") с помощью челночных тележек 7 передают на второй стенд, где диафрагмы приваривают к поясу. При передаче гибкой и длинной "гребенки" ее провисание предотвращается специальными склизами 4 (рис. 3), опирающимися на ролики 8, закрепленные на стойках стенда 9, и имеющими другие ролики 1, перекатывающиеся по направляющим 2. Захваченная упорами транспортирующих тележек "гребенка" 3 смещается по склизам 4 до упоров 5 и толкает склизы с упорами вперед. При подходе к соседнему стенду рычаги 7 упираются в его стойки и убирают упоры 5, сжимая пружину 6. "Гребенка" сдвигается на соседний стеллаж, а склизы возвращаются противовесом 10. Передача "гребенки" на второе рабочее место (рис. 1, в) осуществляется также с помощью тележек и склиз.

На втором рабочем месте осуществляют сборку листов вертикальной стенки и прихватку их к диафрагмам и поясу. При этом балка должна иметь строительный подъем f_c п (рис. 2, а), который назначается таким, чтобы при расположении тележки с грузом посередине пролета балка становилась прямолинейной. При сборке этот выгиб задается гибкой "гребенке" поверхностью стенда и закрепляется установкой боковых листов, раскрой которых учитывает требуемый строительный подъем, как показано на рис. 2, б. Транспортировка и установка листов стенок выполняются самоходным порталом-манипулятором (рис. 4), имеющим две траверсы 1 с вакуумными захватами 2.

Горизонтальное перемещение траверс обеспечивают цилиндры 4, а вертикальное вдоль направляющих 5 — гидроцилиндры 3. Это позволяет опускать траверсы для захвата листов на складе заготовок и поднимать их для установки листов на место. На втором рабочем месте (рис. 1, в) такой самоходный портал 8 последовательно подает листы стенок и устанавливает их в проектное положение. Другой самоходный портал 9 своими пневмоприжимами одновременно прижимает установленные листы к диафрагмам и верхнему поясу, и собранное сечение закрепляется прихватками.

Третье рабочее место (рис. 1, г) имеет два стенда, на которых сваривают внутренние поперечные стыки вертикальных стенок и приваривают диафрагмы. Для этого балку с помощью крана подают на стенд с кантовкой ее вначале на 90° , а затем на 189° . Сварку внутри балки обычно осуществляют вручную.

Четвертое рабочее место имеет два сборочно-сварочных стенда. На одном из них осуществляют сборку нижнего пояса и сварку его стыков с одной стороны. На второй стенд (рис. 1, д) для сборки с нижним поясом подают краном балку и с помощью расположенных на тележках гидродомкратов 10, нажимая на концы верхнего пояса, прогибают ее до полной выборки строительного подъема, устраняя гофры у вертикальной стенки. Для установки нижнего пояса на балку используют кантователь 11, отдельно показанный на рис. 5, а. Кантователь имеет рычаги 7 (рис. 5, б) с пневмозахватами 2 и механизмы подъема и поворота, обеспечивающие накрытие балки поясом с последующей прихваткой. Поджатие пояса к вертикальным стенкам достигается с помощью пневмоприжимов сборочного портала 12. После прихватки нижнего пояса и освобождения балки от закрепления строительный подъем восстанавливается. Сварку стыковых швов пояса с внешней стороны выполняют полуавтоматом.

На пятом рабочем месте с помощью тракторов сваривают продольные поясные швы и поперечные стыки вертикальных стенок. На два стенда (рис. 1, е, ж) этого рабочего места балки подают и кантуют четырехкрюковым краном-кантователем. Здесь же выполняют вручную все незаваренные трактором участки поясных швов.

Изготовление элементов мостового крана (лист 109).

Несколько иные приемы изготовления главных балок мостовых кранов использованы в поточной линии, схематично показанной на рис. 1. В отличие от рассмотренной выше технологии вертикальные стенки собирают и сваривают целиком до сборки с "гребенкой". Поскольку при выполнении двухпроходных швов поперечная усадка может иметь значительный градиент, искажающий заданное раскроем листов значение строительного подъема, то для устранения таких искажений приходится или изменять направление укладки вторых швов, как это показано на рис. 3, или использовать однопроходные швы. В рассматриваемой поточной линии принят последний вариант. Все заготовительные операции выполняются вне линии, и на склад 11 (рис. 1) поступают полностью обработанные заготовки. Портальный кран 10 с электромагнитными захватами поочередно подает на роликовый конвейер 9 заготовки полок и стенок. В сварочном стенде 8 осуществляют сборку поперечных стыков элементов балки и автоматическую сварку под флюсом за один проход с обратным формированием шва на медной охлаждаемой подкладке. При этом угловая ориентация собираемых листов с учетом заданного строительного подъема обеспечивается применением специального стенда, показанного на рис. 2. Его использование исключает влияние как серповидное™ листов, так и неточности обрезки торцов. По мере сварки поперечных стыков элемент балки продвигается по роликовому конвейеру на участок рентгеновского контроля, обслуживаемый передвижной портальной установкой 7 (рис. 1). Обычно рентгенографическому контролю подвергают все поперечные швы нижнего пояса, испытывающего напряжения растяжения, а швы остальных элементов контролируют выборочно.

Готовые элементы зачаливают эксцентриковыми захватами по кромке через каждые 4 ... 5 м, мостовым краном с помощью жесткой траверсы снимают со стенда и в вертикальном положении устанавливают в накопители 6. Таким же образом осуществляют подачу этих элементов из накопителей к сборочным стендам.

Стенды 1, 2, 3, 5 представляют собой систему козлов, размещенных параллельно друг другу на расстоянии 1,5 ... 2 м. На стенде 5 собирают и сваривают верхний пояс с диафрагмами ("гребенку"). Транспортировку "гребенки" на стенд 3 также осуществляют мостовым краном, зачаливая ее эксцентриковыми захватами за диафрагмы в нескольких местах с помощью жесткой траверсы. Центральные козлы стенда 3 имеют регулировку по высоте. Это позволяет задавать верхнему поясу прогиб, равный строительному подъему. При сборке этот предварительный прогиб пояса закрепляется установкой боковых стенок. Сборка осуществляется с помощью портальной самоходной установки 4.

Для сварки диафрагмы со стенками предусмотрена портальная установка 12, несущая четыре головки для одновременного выполнения четырех вертикальных угловых швов в среде CO₂. Перемещая установку вдоль балки, оператор сначала производит грубую ориентировку сварочных головок относительно диафрагм, а затем более точную корректировку их по шву. Кроме того, каждая головка имеет копирующие ролики. Сварочные головки одновременно выполняют односторонние швы, присоединяющие две диафрагмы к двум стенкам.

Сборка балки завершается на стенде 2, куда без кантовки передается мостовым краном собранная на стенде 3 балка открытого сечения. Гидродомкратами 14 ее прижимают к стенду, мостовым краном укладывают нижний пояс, с помощью самоходного портала 13 прижимают его к вертикальным стенкам и прихватывают. Далее балку передают на стенд 1 для сварки поясных швов наклоненным электродом. Вдоль стенда имеются рельсовые пути, по которым перемещаются два сварочных автомата 15, выполняющих под флюсом одновременно два поясных шва. Автоматы снабжены выносными сварочными головками, закрепленными шарнирно (рис. 4). В процессе сварки пружины постоянно поджимают головку к балке, а копирующий ролик направляет электрод для укладки поясного шва. После кантовки балки таким же образом выполняют вторую пару швов.

Концевые балки (рис. 5) обычно имеют коробчатое сечение. Технология изготовления концевой балки такого типа показана на рис. 6. На первом рабочем месте (рис. 6, а) выполняют сверление отверстий на станке 1. Собранные из двух половин на болтах с помощью накладок нижние и верхние пояса и вертикальные стенки переносят в накопитель 2. На втором рабочем месте (рис. 6, б) собирают корпус балки без нижнего пояса, используя для этого тележку 4 для расстановки диафрагм и сборочный портал 3. На третьем рабочем месте (рис. 6, в) устанавливают платики для буксы и сваривают все внутренние швы балки, а на четвертом (рис. 6, г) — устанавливают нижний пояс. На пятом рабочем месте (рис. 6, д) в кантователе сваривают все наружные швы и устанавливают ходовые колеса.

Соединение главной и концевой балок (лист 110)

может осуществляться или в одной плоскости (рис. 1, а, б), или при помощи "этажного" опирания (рис. 2,3). В первом случае присоединение обычно выполняют с помощью накладок. При этом между торцом вертикальной стенки главной балки и стенкой концевой балки может быть допущен монтажный зазор в 10 ... 20 мм, позволяющий легко регулировать правильную установку элементов моста. Для обеспечения горизонтальной жесткости кранового моста верхний пояс главной балки можно укладывать внахлестку с уширением его в виде узловой косынки. Нижний пояс главной балки также присоединяют внахлестку к листовому элементу 1 (рис. 1, а, б). При таком выполнении сопряжения балок моста с помощью сварки концевые балки должны иметь разъемное болтовое соединение, учитывающее необходимость доставки крана к месту эксплуатации по железной дороге.

Другой тип опорного узла (рис. 2) предусматривает уменьшение высоты главной балки уступом. В верхней части главная балка опирается на верхний пояс концевой балки, а в нижней—присоединяется с помощью развитых косынок. Крепление осуществляют разъемным на болтах. К верхней и нижней частям уступа с помощью компенсаторов 1 приварены накладные листы 2, опирающиеся на аналогичные листы концевой балки. Жесткость моста в горизонтальной плоскости достигается за счет постановки косынок 3. По этой же схеме выполнен опорный узел, показанный на рис. 3. При такой конструкции сопряжения балок моста концевая балка не имеет разбега и доставляется к месту монтажа отдельно. Из двух рассмотренных вариантов сопряжения балок моста "этажный" является предпочтительным.

Серийное производство мостовых кранов предусматривает широкую номенклатуру типоразмеров при небольшом числе изделий каждого из них. Поэтому установка для общей сборки крановых мостов, показанная на рис. 4, может переналаживаться. Она состоит из двух поперечных опор — неподвижной 4 и подвижной 6

При сборке крана концевые балки ставят на суппорты опор и их ходовые колеса закрепляют в ложементах по упорам винтовыми прижимами 1 строго в вертикальной плоскости. Кроме того, концевые балки закрепляют накладными зажимами 2 и винтовыми прижимами 3. Затем по разметке на концевые балки кладут пролетные балки, собранные с площадками обслуживания, и выполняют их сопряжение в соответствии с одним из рассмотренных вариантов. Готовые мосты приподнимают домкратами 5 и снимают мостовым краном.

При жестком сопряжении балок статическая неопределимость четырехопорного кранового моста приводит к неравномерности распределения нагрузки на колеса, что нередко вызывает как возникновение трещин в несущей конструкции, так и преждевременный износ ходовых колес. Этот недостаток устраняется при использовании схемы, показанной на рис. 5, в которой в узлах А и В сопряжение выполнено подвижным в виде блока роликов — опорного 1 (рис. 6) и ограничивающих 2. В результате четырехопорный мост заменяется двумя Г-образными трехопорными шарнирно сопряженными полумостомами.

В шарнирном сопряжении полумостов главная балка поддерживается опорным роликом, а перемещение ее вдоль концевой балки ограничивается боковыми роликами. Благодаря переходу к статически определимой системе нагружение каждого из ходовых колес становится вполне определенным.

Конструктивные схемы козловых кранов (лист 111).

Металлические конструкции козловых кранов (пролет до 30 м) и мостовых перегружателей (пролет более 30 м) состоят преимущественно из решетчатого пролетного строения и опорных ног (рис. 1,2). При малых пролетах обе ноги присоединяют к пролетному строению жестко (рис. 3, а), а при больших пролетах для исключения влияния температуры одну из ног присоединяют шарнирно (рис. 3, б). Схемы решетчатых опорных ног показаны на рис. 4, а, б, в.

Поперечные сечения пролетных строений зависят от типа грузовых тележек. При перемещении грузовой тележки по верхнему поясу используют замкнутую четырехплоскостную систему (рис. 5, а, б). При перемещении тележек в плоскости нижнего пояса (рис. 5, в, г, д) снизу пролетное строение остается открытым. Если в качестве грузовой тележки используют таи, грузо-несущие балки подвешивают к пролетному строению с замкнутым поперечным сечением в виде треугольника (рис. 5, е, ж, з, и) или трубы (рис. 5, к, л).

РЕШЕТЧАТЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Решетчатые конструкции представляют собой систему стержней, соединенных в узлах таким образом, что стержни испытывают главным образом растяжение или сжатие. К этому типу относят фермы, мачты, арматурные сети и каркасы.

Стропильные фермы (листы 112, 113)

изготавливают трех основных типов: с параллельными поясами (лист 112, рис. 1, д, б), полигональные (рис. 1, в) и треугольные (рис. 1, г). Крепление ферм к колоннам показано на рис. 2, а, б, в. Такие фермы можно применять для перекрытия любых прилетов. Унифицированные фермы имеют прилеты 18, 24, 30 и 36 м. Типы сечений элементов приведены на рис. 3.

Работают стропильные фермы при статической нагрузке. В качестве стержней используют главным образом прокатные и в меньшей степени гнутые замкнутые сварные профили и трубы. В общем объеме производства около 90% составляют фермы из парных прокатных уголков. Стержни в узлах соединяют или непосредственно, или с помощью вспомогательных элементов главным образом дуговой сваркой. Перспективным является применение точечной контактной сварки.

При сборке ферм особое внимание уделяют правильному центрированию стержней в узлах (рис. 4), предотвращающему появление изгибающих моментов, не учтенных расчетом. В случае составных элементов их совместная работа обеспечивается постановкой прокладок (рис. 5) на расстоянии l , равном 40 радиусам инерции сечения для сжатых стержней или 80 радиусам инерции для растянутых.

Конструкции стропильных ферм с поясами из широкополочных тавров по сравнению с типовыми фермами из уголков получаются легче при меньшей трудоемкости и стоимости. Снижение массы фермы достигается в основном благодаря существенному уменьшению размеров узловых косынок, а также из-

за отсутствия косынок в узлах крепления стоек к верхним поясам и исключения прокладок в поясах ферм (рис. 6, а). Иногда удается крепить решетку непосредственно к поясу без косынок (рис. 6, б). В этом узле элементы прикреплены к верхнему поясу эксцентрично. Такая расцентровка в данном случае допустима благодаря малым усилиям в примыкающих раскосах и недонапряжения мощного верхнего пояса этой панели. Трудоемкость при изготовлении фермы с поясами из тавров снижается вследствие уменьшения числа деталей и сокращения длины сварных швов.

Целесообразно, чтобы конструкция узлов стропильных ферм с поясами из тавров и решеткой из парных уголков позволяла полностью расчленить операции: сначала сборка, затем сварка. Концы уголков раскоса рекомендуется смещать для этой цели вдоль оси раскоса на расстояния a_1, a_2, a_3 (рис. 6, а) относительно парных им уголков, располагаемых с другой стороны косынки так, чтобы разделка стыкового шва, приваривающего узловую косынку к стенке поясного тавра, оказалась доступной для сварки после сборки. При этом подварку корня стыкового шва с противоположной стороны выполняют только на участках, свободных от уголков раскоса.

Уменьшить массу фермы позволяет использование трубчатых профилей. Однако для труб круглого сечения непосредственное соединение в узле получается весьма трудоемким (рис. 7). Иногда концы труб относительно небольших диаметров сплющивают, что упрощает их соединение в узлах дуговой сваркой. Значительно проще оказывается соединение в узлах труб прямоугольного или квадратного сечения. Как показано на рис. 10 (лист 113), в этом случае узлы можно формировать без косынок.

Производство сварных труб замкнутых профилей прямоугольного сечения осуществляют путем холодного профилирования рулонной заготовки и высокочастотной сварки в потоке стана (2 ... 8) X (100 ... 600). Оборудование этого стана (лист 113, рис. 8) включает сварочную установку, состоящую из универсальной 1, направляющей 2, шовнообжимной 3 клетей и сварочной головки 4 с граторассекателем и гратоснимателем, а также правильно-калибровочные клетки 5 и летучую пилу 6. Схема формовки профиля показана на рис. 9, где а и б — сечения профиля, а 1, 2, 3, 4 — валки сварочной и шовнонаправляющей клетей.

На рис. 11 представлены схема и узлы стропильной фермы из труб прямоугольного сечения, показано конструктивное оформление креплений элементов решетки к нижнему и верхнему поясам, а также их монтажных стыков в середине пролета.

Изготовление ферм (листы 114, 116).

Разнообразие типов и размеров стропильных ферм иногда не позволяет использовать преимущества сборки ферм в инвентарных кондукторах. В этих случаях при сборке ферм и других решетчатых конструкций нередко применяется метод копирования. Этот метод заключается в следующем. Первую собранную по разметке ферму, сечение которой составляют одиночные уголки (лист 114, рис. 1а), закрепляют на стеллаже, она служит копиром. При сборке детали 2 (рис. 1, б) каждой очередной фермы раскладывают и совмещают с деталями 1 копирной фермы. После скрепления деталей 2 прихватками собранную ферму (пока с односторонними уголками) снимают с копира, укладывают на стеллаже отдельно и ставят на нее недостающие парные уголки 3 (рис. 1, в). Когда сборка требуемого числа ферм закончена, копирную ферму также дособируют и отправляют на сварку. Для увеличения точности сборки на концах копира укрепляют специальные съемные фиксаторы 1 (рис. 2), которые определяют положение деталей с монтажными отверстиями и ограничивают размеры конструкции в пределах заданных допусков.

При достаточно большом числе выпускаемых ферм одного типоразмера становится экономически целесообразным использование кондукторов и кантователей.

В кондукторе фермы собирают в один прием без кантовки. Для поворота их при сварке нередко используют устройство, показанное на рис. 3, включающее сборочный кондуктор 1. С помощью рамки 2 собранную ферму сначала ставят в вертикальное положение, а затем передают на стенд 3, причем в каждом из этих положений выполняют соответствующие швы. Одновременно со сваркой производят сборку следующей фермы в кондукторе 1.

На рис. 4 показана схема кондуктора, смонтированного на базе сборочной плиты. По разметке геометрической схемы фермы в соответствии с чертежом настройки кондуктора устанавливают и прихватывают фиксаторы 7, 7 опорного узла, опоры 2, 4 уголков, фиксаторы 3 поясов, фиксаторы 5, 6 косынок.

При использовании универсальных сборных сборочных приспособлений (УССП) кондуктор собирают на базе плиты с Т-образными пазами (рис. 5), набранной из отдельных секций. Номера на схеме фермы соответствуют номерам под рисунками узлов приспособлений. Регулируемые опоры обеспечивают фиксацию деталей в горизонтальной плоскости; регулировка по высоте осуществляется при помощи резьбы, фиксация — через отверстия в детали при помощи пробки. Детали, не имеющие отверстий, устанавливают по упорам, уголки закрепляют зажимами. Сборка заключается в последовательной установке деталей фермы в кондуктор и соединении их прихватками. Поджимают детали перед прихваткой с помощью инвентарных сборочных приспособлений: эксцентриковых зажимов, струбцин, вилок или переносной пневмогидравлической струбциной.

Использованию механизированных поточных методов при изготовлении ферм препятствует не только разнообразие типоразмеров и ограниченное число изделий в серии, но и малая технологичность

типовых конструктивных решений. Большое число деталей, составляющих ферму, усложняет сборочную операцию, приводит к необходимости выполнения множества дуговых швов, различным образом ориентированных в пространстве, и требует кантовки собранного изделия при сварке.

Эффективным способом, облегчающим создание автоматизированного производства по изготовлению решетчатых конструкций, является контактно-дуговая точечная сварка. Сквозное проплавление элементов суммарной толщиной 20 ... 40 мм без образования отверстия при этом способе обеспечивается предварительным их нагревом между электродами контактной машины. Это позволяет визуально контролировать качество выполненных соединений. Достоинством метода является также возможность резкого сокращения числа деталей путем выполнения бескосыночных соединений и исключение кантовки фермы, поскольку сварку производят с одной стороны.

На рис. 6 (лист 115) показана конструкция стропильной фермы из одиночных уголков с бескосыночными точечными соединениями и узел монтажного соединения такой фермы.

Участок сборки и сварки ферм (рис. 7) включает две сварочные установки 7 с блоками пневмоавтоматики 2 и пультами управления 3, тележку-кондуктор 9, механизм доводки 10, рельсовый путь 77, источники питания 8 сварочной дуги, места для контроля 5 и складирования 12, 4 и 6, а также сварочный пост 7 для исправления дефектов.

При сборке полуфермы на тележку-кондуктор последовательно по упорам укладывают поясные элементы (рис. 8, а) стойки и раскосы (рис. 8, б), закрепляя их прижимами. Затем собранную ферму тележка-кондуктор подает в зону сварки (рис. 8, в).

Сварку осуществляют на установке, смонтированной на базе контактной точечной машины МТ-4001; ее схема показана на рис. 9. На корпусе 4 смонтированы механизм 6 подачи сварочной проволоки, пневмоцилиндр 9 для перемещения нижнего электрода и пневмо- и электроаппаратура 2. Верхний электрод 7 имеет канал для пропускания сварочной проволоки и мундштук для подвода тока. Нижний электрод 8 имеет выемку сферической формы для удержания сварочной ванны и формирования нижней головки точки. Вторичный виток сварочного трансформатора выполнен с разъемом. Замыкание его перед нагревом и размыкание перед дуговой сваркой осуществляется пневмоцилиндром 5. Возбуждение дуги обеспечивает осциллятор 3, подачу и уборку флюса — флюсоотсос 1. Для обеспечения последовательного перемещения и поворота, а также фиксирования ее положения в местах постановки сварных точек машина установлена на тележке 10, перемещаемой в продольном направлении пневмоцилиндром по направляющим платформы 11, которая, в свою очередь, поворачивается пневмоцилиндром 13 относительно неподвижной рамы 12. Поворот машины для постановки точек по раскосу показан на рис. 8, г.

Процесс сварки всех точек узла можно осуществлять по программе без перерыва. При нажатии кнопки "Пуск" машина перемещается в положение постановки первой точки, свариваемые детали сжимаются электродами и при пропускании тока происходит нагрев зоны точки и прихватка по кольцевому контуру (рис. 10, а). Затем верхний электрод поднимается на расстояние 1 (рис. 10, б), включается подача флюса (рис. 10, в), присадочной проволоки (рис. 10, г) и выполняется первая проплавленная точка (рис. 10, д). После отвода нижнего электрода на расстояние l_1 (рис. 10, д) и шагового перемещения машины (рис. 10, е) дуговой сварочный цикл повторяется, но уже без подогрева (рис. 10, ж). Отсутствие контактного подогрева снимает опасение шунтирования тока и позволяет располагать дуговые точки близко друг к другу, обеспечивая получение соединений в узлах без косынок.

После сварки всех точек на стойке и уборки флюса (рис. 10, з) машина возвращается в исходное положение, поворачивается и аналогично производит сварку точек раскоса. По завершении сварки первого узла кондуктор перемещают на длину панели и производят одновременно сварку двух противоположных узлов.

Контроль качества состоит в визуальном осмотре и обмере геометрических размеров головок всех точек. Усиление дефектных соединений осуществляют сваркой угловых швов в CO_2 по перу и обушку уголка.

Для стропильных ферм небольшого пролета представляет интерес конструкция, показанная на рис. 11 (лист 116). Предусмотрено четыре типоразмера под разную нагрузку, отличающиеся сечением профилей, тогда как размеры $l=12$ м и $h=1,5$ м остаются неизменными. Верхний пояс 2 состоит из двух горячекатаных швеллеров, нижние пояса 5 и раскосы 4 - из одиночных гнутых швеллеров. Короткие отрезки таких швеллеров использованы как диафрагмы 1 верхнего пояса, нижний узел объединен косынками 3. Рациональная схема фермы из ограниченного числа элементов позволяет механизировать сборку и выполнять соединения дуговой или контактной точечной сваркой непосредственно в сборочном кондукторе без кантовки фермы. Сборка таких ферм может быть автоматизирована следующим образом.

Нижний швеллер 1, входящий в состав верхнего пояса фермы, подается по роликовому конвейеру с приводными роликами до упора, как показано на рис. 12, а, б. Элемент 3 нижнего пояса и раскос 2 подаются аналогично в соответствующие приемные секции сборочного кондуктора, расположенные ниже уровня плоскости фермы. Приемные секции кондуктора вместе с раскосом и элементом нижнего пояса автоматически приподнимаются, и каждая из них поворачивается вокруг соответствующей оси I или II таким образом, чтобы концы повернутых элементов оказались под стенкой швеллера 1 и косынкой 4. При опускании секций кондукторов происходит прижатие сопрягаемых поверхностей. Таким же образом устанавливаются элементы левой части фермы, а затем сверху подаются и прижимаются первые

детали пояса 5 и косынка б. Точечные контактные машины сваривают узлы парными точками по схеме, показанной на рис. 12,в.

При сооружении перекрытий зданий с легкой кровлей находят применение пространственные структурные конструкции покрытия из труб, образованные наклонно расположенными плоскими фермами, связанными попарно верхними и нижними поясами (рис. 13,а). Высота структурной фермы составляет 1,2 ... 1,8 м в зависимости от пролета. Стержни изготавливают из труб диаметром от 45 до 108 мм и с толщиной стенки от 2,5 до 8 мм. Концы стержней 1 (рис. 13, б) сплющивают, обрезают под нужным углом и наращивают клиновидными элементами 2 с помощью сварки. Узловое соединение состоит из двух шайб 3 и 5 с выступами, охватывающими и обжимающими с помощью болта 4 все соединяемые в узле элементы. В одном узле такого типа соединяют до восьми элементов.

Пространственное соединение сплюснутых концов трубчатых элементов можно получить и непосредственно с помощью ванной сварки (рис. 14). В этом случае торцы сплюснутых частей при сборке образуют ограниченное пространство, куда в процессе сварки вводят электрод.

Мачты и башни (лист 117).

При значительных размерах решетчатой конструкции ее изготавливают на заводе по частям и отправляют на место монтажа отдельными габаритными секциями. На рис. 1 показано расчленение опоры линии электропередачи (ЛЭП) на секции, цифрами обозначены номера отправочных элементов.

Нижняя часть опоры собирается из четырех элементов 1, представляющих собой пространственную решетчатую конструкцию треугольного сечения. Сборка такого элемента может выполняться в несложном пространственном кондукторе, состоящем из двух плоских треугольных ферм, служащих копирами и жестко соединенных между собой под углом 90° (рис. 2).

Кондуктор-кантователь для сборки и сварки опор ЛЭП с параллельными поясами показан на рис. 3. На раме 8 установлены опоры 1 и б. Привод 2 через вал 7 обеспечивает вращение планшайб 3 и 5, которые имеют кронштейны с отверстиями для установки и закрепления поясных уголков секции. Копирное устройство для сборки решетки шарнирно закреплено на стойке 4, в рабочее положение его поднимает пневмоцилиндр 10. Собирают секции в такой последовательности: поясные уголки устанавливают на кронштейны планшайб и закрепляют сборочными пробками при опущенном копире, затем включением пневмоцилиндра 10 переводят копир в рабочее положение до упора в выступ стойки 9 и собирают первую плоскость решетки. После этого копир отпускают, поворачивают планшайбы на 90° и операцию сборки повторяют. Собранный секцию освобождают от сборочных пробок и снимают с кондуктора мостовым краном.

Пространственные решетчатые конструкции башенного типа (радиомачты, радиобашни, конструкции буровых вышек и т.д.) имеют большую высоту, подвергаются значительным ветровым нагрузкам, и поэтому их изготавливают преимущественно из трубчатых элементов. Так, например, стандартная радиомачта представляет собой решетчатую конструкцию, удерживаемую в вертикальном положении расчалками. Ствол ее составляют из отдельных взаимозаменяемых секций (рис. 4) длиной по 7,5 м. При монтаже башни секции соединяют на болтах с помощью фланцев, приваренных к торцам поясных труб каждой секции (рис. 5). Точность расположения фланцев и косынок для присоединения раскосов и распорок, а также совпадение отверстий на монтаже обеспечиваются заводской сборкой секций в кондукторе. Общей сборке секции предшествует сборка поясных элементов. Рама 7 (рис. 6) кондуктора имеет две концевые опоры, из которых опора 1 — шарнирная, откидывающаяся для снятия собранного элемента, а опора б закреплена жестко. Кроме того, на раме установлены призмы 4 для фиксации трубы пояса и опоры 3 для установки и фиксации положения косынок. При сборке поясов фланцы фиксируют на плитах опор пробками 2 и 5, притягивают болтами и закрепляют на трубе прихватками.

Монтаж башенных конструкций осуществляют или в вертикальном положении методом наращивания готовых секций, или путем предварительной сборки на уровне земли в горизонтальном положении с последующим подъемом и установкой на основание. В последнем случае целесообразно использование вертолета. Принципиальная схема такого подъема с поворотом вокруг шарнира показана на рис. 7. Собранный башню 1 закрепляют в поворотных шарнирах, установленных на фундаменте. В оголовке башни монтируют систему, состоящую из консоли 3, подъемных 4 и тормозных 5 тяг, заканчивающихся балан-сирной траверсой. После зависания вертолета над оголовком башни два монтажника прикрепляют траверсу к дистанционно расстреливаемому замку внешней подвески и уходят из зоны монтажа, а вертолет 2 начинает подъем. В зоне нейтрального положения башни, когда ее центр тяжести оказывается на одной вертикали с поворотным шарниром б, вертолет уменьшает скорость и пропускает башню вперед. Происходит перераспределение усилий между подъемной тягой 4 и тормозной 5, и вертолет при этом выполняет функцию перемещающегося якоря. Когда башня займет проектное положение, вертолет снижается, ослабляя подвеску, и монтажники закрепляют опоры 7. Подъем башни высотой около 90 м занимает 3,5 ... 5 мин.

Стационарные основания морских буровых платформ (лист 118).

Буровые установки для добычи нефти и газа в открытом море работают в особенно трудных условиях, так как помимо ветровой нагрузки испытывают значительные нагрузки от ударов волн. Это предопределяет огромные размеры таких конструкций, значительную толщину соединяемых элементов,

разнообразие конструктивных форм и технологических приемов изготовления. Как показано на рис. 1, в зависимости от глубины моря применяют различные установки, отличающиеся способами постановки и удержания агрегата на месте бурения: I, II, IV — стационарные, с постоянной опорой на дно и III, V — полупогруженные на анкерах; VII — полупогруженные на анкерах с основанием-резервуаром;

VIII — самоподъемные; VI — располагаемые на специальных судах.

Стационарные платформы 1 (рис. 2) устанавливаются на основании 2, опирающиеся на дно моря. С одной такой платформы выполняются бурение и эксплуатация группы (куста) скважин. Основание платформы представляет собой пространственную стержневую систему пирамидального типа, состоящую из трубчатых элементов.

Изготовление и монтаж стационарных морских буровых платформ предполагает их доставку к месту установки на баржах в виде крупных блоков. Разработаны способы стыковки блоков в море. При способе вертикальной стыковки (рис. 3) доставляемые на баржах блоки опускают друг на друга с помощью мощных плавучих кранов и лебедок. Последовательность операций при способе горизонтальной стыковки показана на рис. 4. Доставляемые к месту сборки блоки разгружают с барж (рис. 4, а, б) и с помощью понтонов 1 удерживают в плаву в горизонтальном положении (рис. 4, в). Блоки подтягивают друг к другу и стыкуют между собой с помощью сварки. Затем полученный моноблок устанавливают на дно моря (рис. 4, г, д).

Значительно ускоряются работы по сооружению стационарных платформ при отказе от стыковки блоков в море и доставке их к месту монтажа единым моноблоком. В этом случае для глубоководных оснований необходимо иметь транспортную барку грузоподъемностью в 40 000 т.

Плавучие буровые установки с опорными колоннами (лист 119). Плавучие буровые установки (ЛБУ) устанавливаются на дно моря на опорных колоннах. Устойчивость обеспечивается собственным весом, при этом колонны вдавливаются в грунт на 4 — 15 м в зависимости от его несущей способности. Такого типа самоподъемные ПБУ могут быть самоходными и несамоходными. На рис. 1, а, б показана несамоходная установка с прямоугольным понтоном 1, который в рабочем положении опирается на четыре опорные колонны 2 высотой 100 м. Колонны квадратного сечения представляют собой сквозные решетчатые фермы с рейками по углам для зацепления механизмом подъема. Нижние концы колонн выполнены в виде резервуаров 3. Расположение оборудования на верхней палубе понтона показано на рис. 1, б.

Конструкции опорных колонн самоподъемных ПБУ могут быть различны. Цилиндрические опоры (рис. 2) менее трудоемки в изготовлении, во их применяют при глубине, не превышающей 75 м, тогда как диапазон глубин применительно к использованию ферменных опор значительно шире. Ферменные опорные колонны могут иметь квадратные или треугольные (рис. 3) сечения. Для упрощения подготовки кромок и сборки под сварку в монтажных условиях при большом числе трубчатых элементов в узлах целесообразно использование литых вставок-переходников (рис-3,а).

Применяемый тип подъемного механизма определяет конструкцию рейки. На рис. 3, в три рейки имеют зубья для зацепления с шестерней электромеханического подъемника. Пазы на колоннах, показанных на рис. 2 и 3, б, соответствуют захватам гидравлического подъемника. Наличие трубчатых элементов по углам колонны способствует уменьшению нагрузок от ударов волн и снижает сопротивление при буксировке плавучей буровой установки.

Плавучие полупогружные буровые установки (ППБУ) (лист 120)

на колоннах с затопляемыми понтонами (рис. 1) имеют нижние понтоны 5, стабилизирующие колонны 3, главную палубу 1, коробчатые балки 2 и раскосы 4. Широко поставленные колонны большого диаметра и значительная инерция подводных частей обеспечивают хорошую устойчивость при погружении, всплытии и в особенности при волнении. Однако парусность сооружения и значительная волновая нагрузка требуют для удержания ППБУ мощной якорной системы 6.

Корпусам 1 (рис. 2) понтонов обычно придают форму с судовыми очертаниями оконечностей. Для переноса значительной части объема сборочно-сварочных работ в цеховые условия стабилизирующие колонны разбиваются по высоте на объемные секции, которые, в свою очередь, объединяются в два монтажных яруса 2 и 3. Технологически сложные узлы соединения трубчатых и коробчатых раскосов с колоннами выполняются при изготовлении монтажных ярусов, что упрощает технологию сборки установки на монтаже.

Узел опирания колонны усиливают перевязкой с поперечными переборками понтона (рис. 5, а, б). Типичные для установок с двумя параллельными понтонами схемы раскосов показаны на рис. 3. С позиций прочности рациональна схема на рис. 3, б, однако при буксировке поперечные раскосы оказываются в воде и увеличивают сопротивление движению. От этого недостатка свободны схемы на рис. 3, а и г, но при этих схемах нижние части колонн работают на изгиб при волнении. Недостатком схем на рис. 3, а и б является также сложность узла соединения двух наклонных раскосов с поперечным. Наиболее рациональной считают схему на рис. 3, в, хотя большая длина поперечного горизонтального раскоса заставляет увеличивать его диаметр.

Для верхней части ППБУ наиболее характерна схема, приведенная на рис. 4. Здесь конструкции верхнего корпуса выполнены в виде надстроек 1, стоящих на палубе 2. В этом случае палуба опирается на верхние части колонн и систему подпалубных балок 3. Дополнительной опорой этих балок служит

верхний узел пересечения раскосов. При такой схеме подпалубные балки, имеющие развитые коробчатые сечения, проходят внутри колонн и образуют несущую часть конструкции. Ответственным является узел соединения раскосов с колоннами. Для упрощения технологии стыковки колонн и раскосов концы раскосов с подкреплениями включают в состав секции колонны.

Первая отечественная ППБУ "Шельф-1" (рис. 6) предназначена для бурения разведочных нефтяных и газовых скважин при глубинах моря от 100 до 200 м.

МОСТОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Конструкции пролетных строений (лист 121).

Наибольшее распространение получили балочные мосты:

разрезные, неразрезные, консольные со сплошной стенкой (рис. 1, а, б, в) и со сквозными фермами (рис. 1, г). Висячие и вантовые мосты имеют балку жесткости, поддерживаемую несущими элементами в виде кабелей, вантов или цепей (рис. 1, д, е). Арочные мосты (рис. 1, и) строят обычно в горных районах. Комбинированные системы выполняют из балок, усиленных верхним полигональным поясом (рис. 1, ж), или в виде консольной балки, усиленной дополнительными подкосами (рис. 1 з). Простейшее пролетное строение железнодорожного моста при езде поверху (рис. 2, в) состоит из двух главных балок, связанных системой связей. Непосредственно на пояса балок укладывают мостовые брусья, на которых располагают рельсы. Главные балки обычно имеют двутавровое сечение, технология их сборки и сварки была изложена выше (см. листы 91 ... 93). Такие пролетные строения с расчетными пролетами 18,2; 23,0 и 33,6 м изготавливают, как правило, цельносварными на заводе и доставляют на строительную площадку в готовом виде — одним блоком (рис. 3).

Пролетные строения с ездой поверху с такими же пролетами, предназначенные для эксплуатации в условиях низких температур, изготавливают целиком на заводе клепаными (рис. 4).

При езде понизу (рис. 2, б) расстояние между главными балками значительно увеличивается, и возникает необходимость устройства балочной клетки из продольных 2 и поперечных 1 балок. По такой схеме выполняют железнодорожные мосты больших пролетов со сквозными болтосварными фермами (рис. 5).

Стержни таких мостов в большинстве случаев имеют коробчатое сечение без внутренних диафрагм, технология сборки и сварки таких стержней была рассмотрена ранее (см. лист 99). Сходящиеся в узлах элементы прикрепляют к развитым по высоте специальным косынкам, как правило, фрикционными высокопрочными болтами или заклепками.

Ширина автодорожных и городских мостов разнообразна: от 4,5 м до нескольких десятков метров. Такие мосты (рис. 6, а, б, в) имеют главные балки 1, продольные балки 3 и поперечные связи 4, а также железобетонную плиту 2.

Узлы пролетных строений (лист 122).

Различие в конструктивном оформлении узлов в цельносварном и клепанно-сварном исполнении можно проследить на примере сопряжения арки с балкой жесткости в пролетном строении, выполненном по схеме рис. 1, ж (лист 121). Сопряжение арки Н-образного сечения с двутавровой балкой жесткости в клепанно-сварном пролетном строении показано на рис. 1, а (лист 122). Пояса арки с помощью заклепок присоединены к фасонным листам 2, приваренным к поясу балки 3, дополнительно усиленному короткими ребрами жесткости 1. Для сверления отверстий используют накладные кондукторы (рис. 2, а, б). Конструктивное оформление такого же узла в цельносварном пролетном строении представлено на рис. 1, б. Здесь стенка Н-образного сечения арки приварена торцом к верхнему поясу балки жесткости и расположена в одной плоскости с ее стенкой, а пояса арки переходят в ребра жесткости балки.

При изготовлении и монтаже мостовых конструкций

нередко возникает необходимость стыковки стержневых или балочных элементов. Применительно к двутавровому сечению характерные типы стыков показаны на рис. 3, а...г. Раздвинутый стык (рис. 3, в) применяют как технологический, выполняемый в условиях завода. При монтаже часто применяют совмещенный стык (рис. 3, б), выполняя его ручной сваркой или полуавтоматом в CO_2 . Для предотвращения при сварке стыка образования горячих трещин и для снижения уровня остаточных напряжений участки поясных швов у концов балок на заводе обычно не доваривают. Последовательность выполнения отдельных швов такого стыка показана на рис. 3, б цифрами. В клепанном исполнении совмещенный стык осуществляют с помощью накладок (рис. 3, г). При этом стыки поясных элементов обычно располагают в центре узлов, используя косынки-накладки 1 (рис. 3, д) для соединения с раскосами 2. Стык с вставками (рис. 3, в) применяют в тех случаях, когда требуется исключить ручную сварку. Наличие вставок вертикальной стенки и верхнего пояса позволяет выполнять швы поясов под флюсом, а стыки стенки — однопроходной сваркой с принудительным формированием. Последовательность выполнения швов показана на рис. 3, в цифрами.

В автодорожных мостах широкое распространение получили конструкции с главными продольными балками двутаврового сечения, примеры конструктивного оформления которых показаны на рис. 4, а ... г. Если на главные балки укладывается железобетонная плита (рис. 5, а), то при жестком соединении с главными балками она участвует в работе на сжатие как верхний пояс балки. В этом случае связь

между поясом балки и плитой обеспечивают при помощи упоров, привариваемых к поясу балки и входящих в бетон плиты. Конструкции упоров могут быть гибкими в виде отдельных стержней (рис. 5, ж) с крюками, или петель 1 (рис. 5, е), или жесткими из обрезков уголков (рис. 5, б ... д). Блоки плит укладывают так, чтобы упоры входили в отверстия (рис. 5, а), после чего эти отверстия заполняют бетонной смесью.

АРМАТУРА ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Изготовление арматурных изделий (листы 123, 124).

Основными арматурными изделиями являются сетки (лист 123, рис. 1, а), плоские каркасы (рис. 1, б), пространственные каркасы прямоугольного (рис. 1, в) и круглого (рис. 1, г) сечения. Стальная арматура подразделяется на стержневую и проволочную, кроме того, на гладкую и периодического профиля. На рис. 2 показаны характерные примеры соединений, выполненных сваркой: контактной (рис. 2, а б, в), дуговой (рис. 2, д . . . з), их комбинацией (рис. 2, г) и ванной (рис. 2, и). В строительстве, как правило, применяют сборные железобетонные конструкции, изготовляемые промышленными методами на заводах с помощью контактной сварки пересекающихся стержней.

Изготовление конструктивных элементов типа настилов для покрытия площадок и лестничных ступенек, а также сеток и каркасов арматуры железобетона осуществляют главным образом в автоматических установках и линиях.

Решетчатый настил отличается тем, что имеет большую жесткость, определяемую набором вертикально расположенных полос, соединенных поперечными стержнями (рис. 3). Схема автоматической линии для изготовления настилов показана на рис. 4, д. Лента сечением 1250 мм x 2 мм из рулона 1 в агрегате 2 разрезается (рис. 4, б) дисковыми ножницами на полосы шириной 25 мм, которые в устройстве 6 (рис. 4, а) поворачиваются на 90° (рис. 4, в) и следуют к машине 7 для контактной сварки (рис. 4, а) по каналам, фиксирующим шаг между ними. Поперечные стержни подаются из питателя 8 (рис. 4, а), схема которого показана на рис. 4, г. Из контейнера 10 стержни 2 попадают в бункер 1, снабженный параллельно расположенными эксцентриковыми валиками 3, вращение которых обеспечивает ориентирование стержней при направлении их в магазин 4, откуда они с помощью отсекающих 5 по одному подаются на транспортерную ленту 6. На ленте очередной стержень удерживается магнитами 7 и упором 9. В требуемый момент упор 9 убирается, и с помощью ролика 8 стержень подается в поворотные направляющие (рис. 4, д), укладывающие стержни под электроды машины рельефной сварки попарно с шагом 50 мм. Электроды прижимают два стержня к торцам полос, и осуществляется сварка всех соединений между ними. После сварки решетка перемещается шаговым механизмом 9 (рис. 4, а) на 100 мм. Ножницы 10 разрезают готовую решетку на отрезки заданной длины (рис. 4, е), и настилы поступают в штабелер 11 (рис. 4, а), а затем на промежуточный склад 12. Штабелер (рис. 4, ж) имеет две направляющие 1 со звездочками 4, перемещающими цепи 6 с траками 5. Перемещаясь по роликовому конвейеру 7, настил 2 заходит в направляющие штабелера, концы поперечных стержней попадают в промежутки между траками цепи, и настил движется вместе с цепью, пока полностью не выйдет за пределы роликового конвейера 7. Тогда включается поворот направляющих 1 штабелера в направлении, показанном стрелками, и настил под действием силы тяжести падает на роликовый конвейер 3.

В процессе работы ширину настила регулируют изменением числа полос, лишние полосы наматывают на барабаны 3 и 4 (рис. 4, а), причем крайние идут в отход, а средние используются позднее для изготовления настилов. При работе линии подача ленты из рулона осуществляется периодическим включением агрегата 2, синхронизация этой подачи с работой сварочной машины 7 достигается поддержанием запаса ленты в виде петли в накопителе 5.

При заготовке элементов арматуры небольших сечений проволока из бухты 1 (лист 124, рис. 5) протягивается через барабан для правки 2 тянущими роликами 3 и разрезается ножами 4, включающимися отмеривающим устройством 5. Арматура более крупных сечений поставляется в виде отдельных стержней. Для уменьшения отходов стержни сваривают в бесконечную плетель на стыковой машине, а затем разрезают на мерные заготовки.

На рис. 7 показана схема автоматической установки для изготовления сеток. Из намотанных на барабаны 1 продольных проволок и выправленных и нарезанных на заданную длину поперечных проволок сваривается непрерывная сетка, разрезаемая на элементы 8 заданной длины с помощью гильотинных ножниц 7. Продольные проволоки проходят через правильные устройства 2 и направляющие втулки 3. Поперечные стержни по одному захватываются из бункера-питателя 9 и укладываются сверху на продольные проволоки перпендикулярно им. Пневмоцилиндры 5 опускают верхние сварочные электроды и зажимают поперечные проволоки во всех их пересечениях с продольными проволоками. Подвод сварочного тока односторонний, к нижним неподвижным электродам. Режим сварки характеризуется осадкой h (рис. 6). Поперечная проволока после сварки захватывается крюками каретки 6 (рис. 7), которая двумя пневмоцилиндрами 4 перемещает всю сваренную часть сетки на заданный шаг. При этом тяговое усилие пневмоцилиндров 4 обеспечивает протаскивание всех продольных проволок через правильные устройства 2 и разматывание катушек.

Объемные арматурные каркасы чаще всего представляют собой ряд продольных стержней, соединенных навитой по спирали проволокой обычно меньшего диаметра, чем продольные стержни. На рис. 8, а показана схема автоматической установки для изготовления таких каркасов. Проволока для про-

дольных стержней 1 каркаса прямоугольного сечения поступают из катушек 7 через правильно подающие устройства 6 в направляющие кронштейны 5, расположенные в пазах неподвижной шайбы 4. Кронштейны 5 могут перемещаться вдоль пазов в радиальном направлении с помощью ходовых винтов 10. Вокруг планшайбы по специальной кольцевой направляющей перемещается машина 9 для контактной сварки, имеющая сварочный трансформатор 3, роликовые электроды 2 и бухту 8 с проволокой для скрепляющей спирали. Кроме того, предусмотрен гидравлический привод радиального перемещения сварочных электродов. Один из роликов 2 имеет желоб, корректирующий положение очередного витка спирали, а второй ролик имеет контакт только с продольным стержнем арматуры. Рассмотренная установка универсальна: все три движения — продольная подача продольных стержней, их перемещение в радиальном направлении и навивка спирали — управляются программным устройством, позволяющим изменять размеры и форму каркаса в широких пределах непосредственно в процессе изготовления.

Для навивки и сварки спиральной арматуры с заранее заготовленными продольными стержнями обычно используют специализированное оборудование. Так, в машине для изготовления цилиндрических каркасов продольную арматуру 7 (рис. 8, б) пропускают через отверстия планшайбы 2, опирающейся на ролики 3, и закрепляют к оправке тянущего устройства 7. Чтобы продольные стержни не закручивались, планшайба и оправка вращаются с одинаковой скоростью. Сварочное устройство с роликом 4 и катушка с проволокой 6 закреплены на суппорте 5. Такая же схема использована в станке для изготовления каркасов свай (рис. 9). Схема станка для изготовления свай-оболочек иная (рис. 10). Труба Родним концом закреплена в подшипнике опорной оси, а другим опирается на приводные ролики 5. Стержни 2 продольной арматуры приваривают к обечайкам фланцев 1, закрепленных на трубе 3. Кроме того, для обеспечения точности расположения стержней на трубе 3 устанавливают разъемные кольца 4 с вырезами. При вращении трубы навиваемая проволока перемещается вдоль каркаса распределяющей кареткой 7, передвигаемой приводом 6.

Соединение сборочных элементов железобетонных конструкций (лист 125).

Применительно к типовой железобетонной ферме на рис. 1, а показано размещение арматуры, включающей каркасы верхнего пояса 1, нижнего пояса 3, раскосов 4 и опорного узла б, а также дополнительные каркасы в узлах 2 и сетки усиления опорного узла 5. Показаны также детали армирования промежуточного и среднего узлов верхнего пояса (рис. 1, б* в,) и среднего узла нижнего пояса (рис. 1, г).

Характерные типы железобетонных колонн прямоугольного и двутаврового сечений, а также двухветвевых колонн показаны на рис. 2, а. . . г. Наличие закладных деталей 1, 2, 3 и 4 позволяет с помощью сварки соединять с колонной стропильные фермы, подкрановые балки и стеновые панели. Для монтажной сварки сборных железобетонных элементов между собой их арматура включает выходящие на поверхность опорные пластины 3 (рис. 3, а, б, в) (закладные части) с приваренными к ним анкерными стержнями 1, 2, замоналиченными в бетоне 4 (рис. 3, в).

Тавровые соединения закладных деталей сваривают сваркой под флюсом (рис. 4, а). Плоский элемент 2 (рис. 4, а) детали укладывают на рабочий стол 1. В зону сварки устанавливают коробку 5 для флюса и подают стержень 3, закрепленный в зажимном приспособлении 4. Флюс 6 (рис. 4, б) подают в коробку, стержень отрывают от пластины (рис. 4, в), возбуждается электрическая дуга (рис. 4, г). После образования достаточной ванны жидкого металла стержень погружают в нее (рис. 4, а), происходит охлаждение зоны сварки, и соединение готово (рис. 4, а). Весь цикл сварки выполняется в автоматическом режиме.

При монтаже сборного железобетона закладные детали сваривают дуговой сваркой или непосредственно (рис. 5, а, б), или с помощью дополнительных накладок (рис. 5, в). Показанная на рис. 5, а подкрановая балка 1 прикреплена к железобетонной колонне с помощью хомута 2 и планок 3, а примыкание ригеля к колонне (рис. 5, б, в) и соединение частей колонны (рис. 5, г) выполнены сваркой выпущенных наружу арматурных стержней 4.

Сварка арматуры на монтаже (лист 126).

Примеры монтажных сборных сварных соединений железобетонных элементов показаны на рис. 1, а . . . д. При выполнении стыковых соединений стержней на монтаже, а также при изготовлении каркасов монолитного железобетона используют ванную и электрошлаковую сварку, когда между торцами свариваемых стержней ванна расплавленного металла сохраняет жидкое состояние на протяжении всей сварочной операции. Сварка может производиться при горизонтальном и вертикальном положениях стержней, расположенных под любым углом друг к другу. На рис. 2 показаны примеры подготовки соединений для ванны сварки с остающимися стальными формами. При сборке встык (рис. 2, а), под углом (рис. 2, б, в) и с пересечением (рис. 2, г) стержней, расположенных в горизонтальной плоскости, разделка торцов не производится, сварка выполняется одиночным обмазанным электродом. Вертикальные стыки обычно выполняют также одноэлектродной сваркой с применением чашеобразных стальных форм; торец верхнего стержня имеет скос (рис. 2, д). Сборка под сварку пересекающихся стержней показана на рис. 2, е, ж.

Для стыков вертикальных стержней применяют формы из двух половин с разъемом в вертикальной плоскости (рис. 3).

Для стыков горизонтальных стержней применяют формы с разъемом как в горизонтальной (рис. 4, а, в), так и в вертикальной (рис. 4, б, г) плоскости. Закрепление их на стержнях производят посредством накидной скобы, шарнирно соединенной с одной из половин (рис. 4, в, б).

Для соединения массивных стержней и рельсов может применяться контактная стыковая сварка на передвижных машинах мощностью до 600 кВт (рис. 5).

Совместную работу всех элементов пространственного железобетонного каркаса обеспечивают также использованием сборно-монолитных конструктивных решений (рис.б).

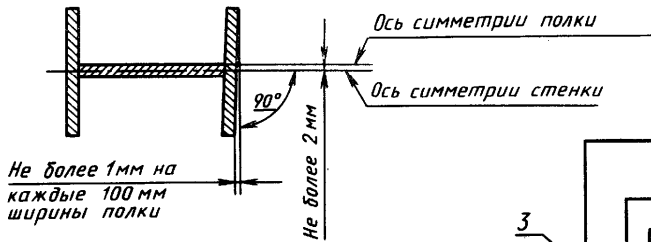


Рис. 1. Допуски на сборку H-образного сечения

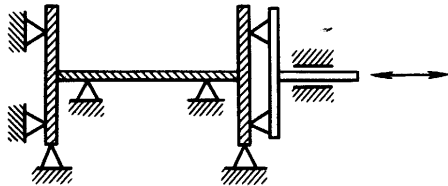


Рис. 2. Схема кондуктора для сборки двутавровых балок

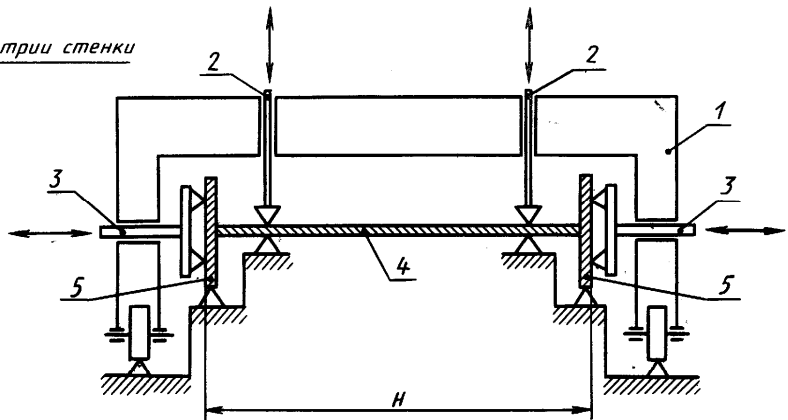


Рис. 3. Схема самоходного портала для сборки двутавровых балок

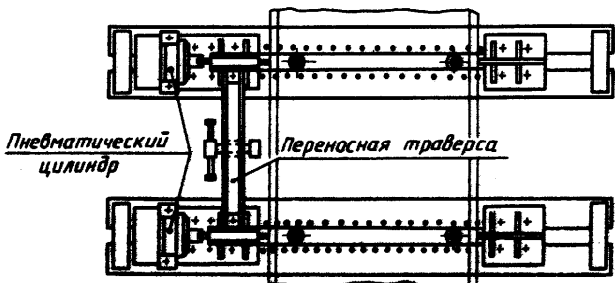


Рис. 4. Универсальный сборочный кондуктор с пневматическими прижимами

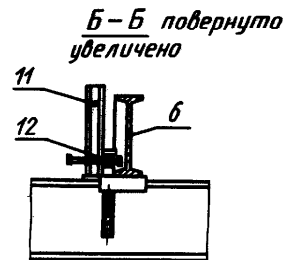
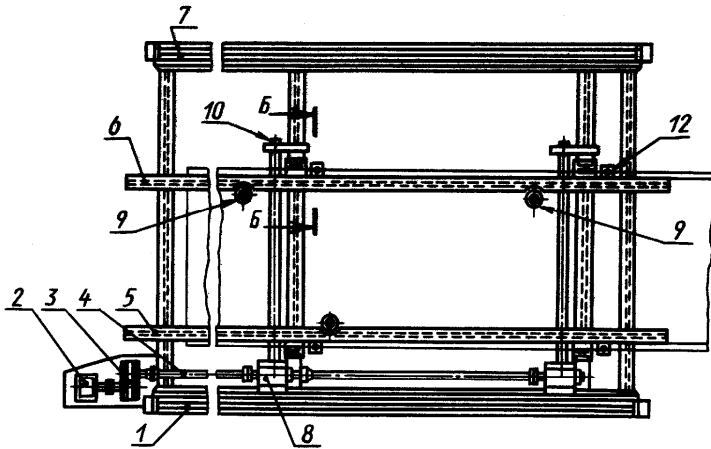
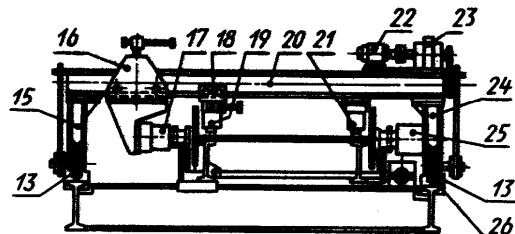
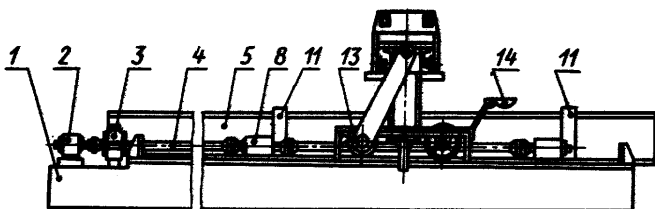
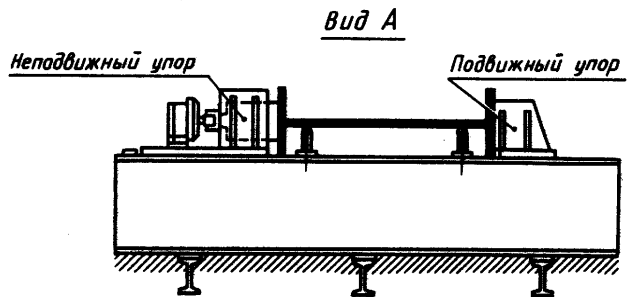


Рис. 5. Установка для сборки балок H-образного сечения с самоходным сборочным порталом

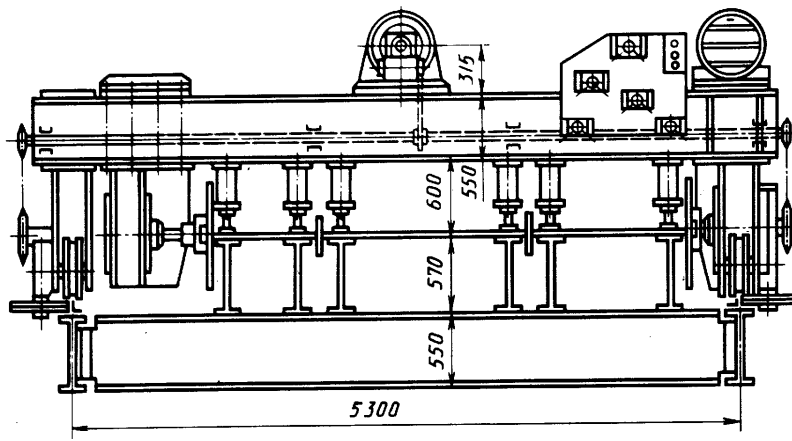


Рис. 6. Механизированный универсальный сборочный кондуктор

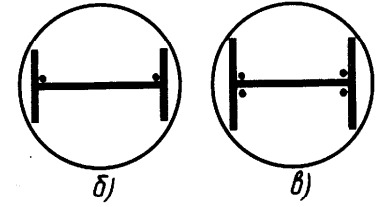
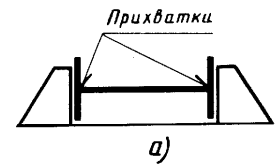


Рис. 7. Положение двутавровых элементов в кондукторе

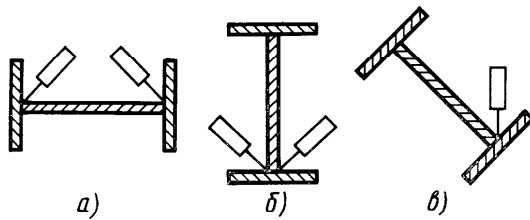


Рис. 8. Способы укладки швов

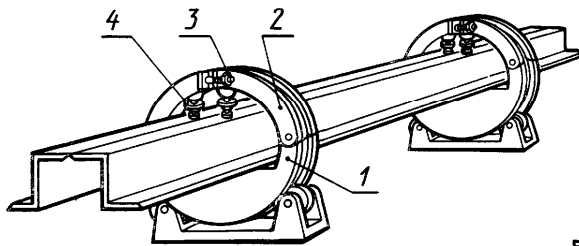


Рис. 9. Кантователь с кольцами

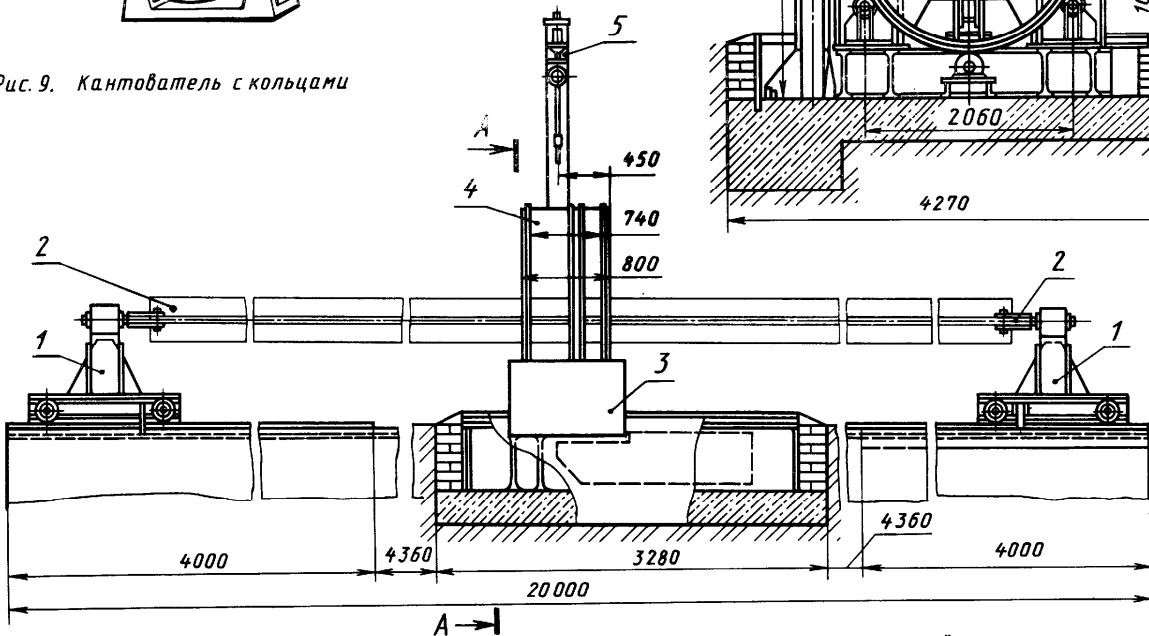
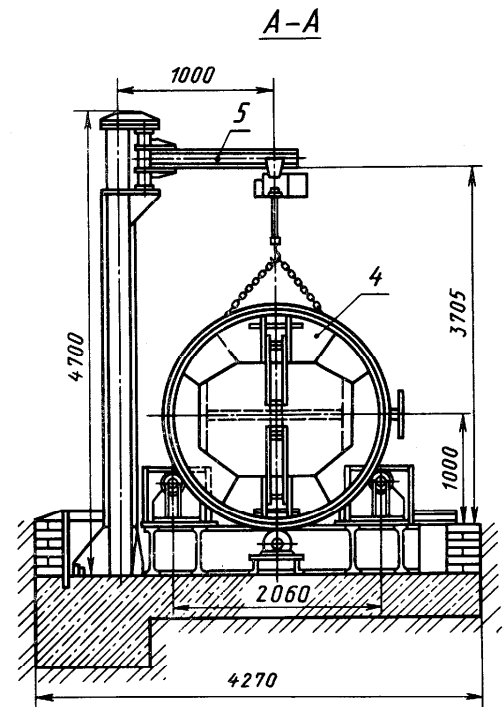


Рис. 10. Универсальный кантователь: 1-подвижная опора; 2-зажим; 3-приводной механизм; 4-поворотная шайба; 5-консольный кран

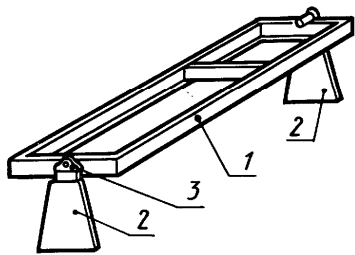


Рис. 11. Схема кантователя с жесткой рамой

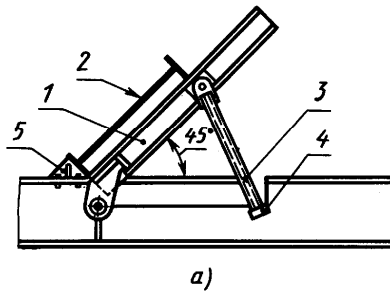


Рис. 13. Устройство для установки балок под сварку

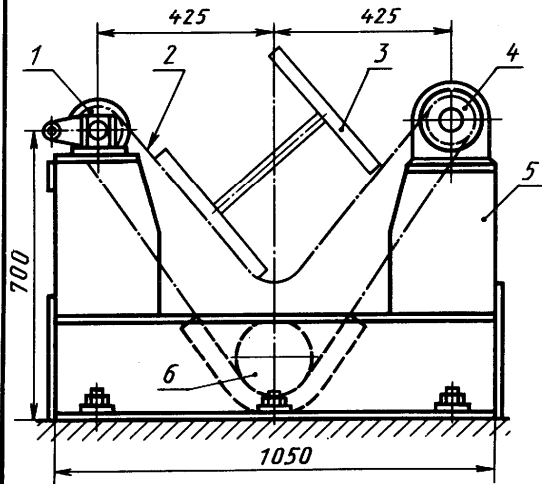
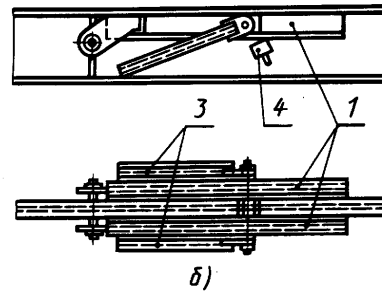


Рис. 12. Цепной кантователь

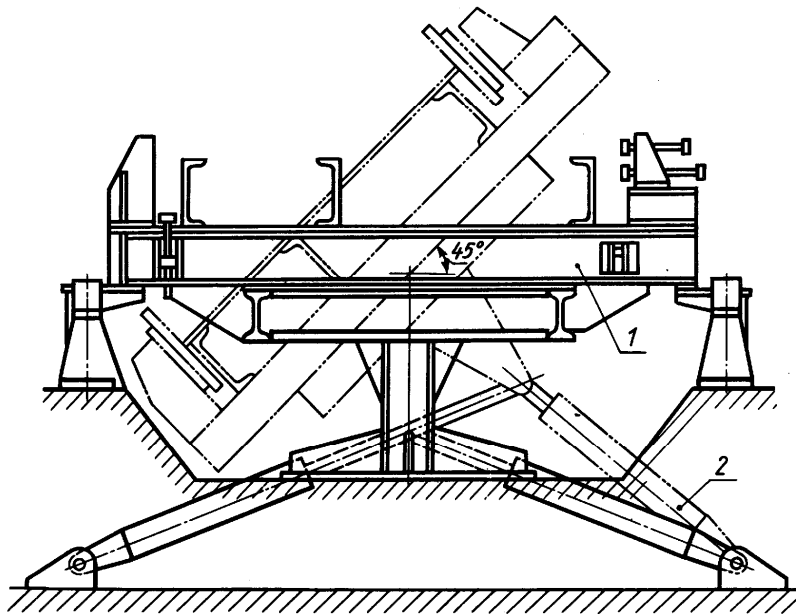


Рис. 14. Схема полуповоротного специализированного кондуктора для сборки двутавровых балок

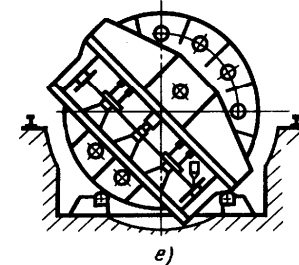
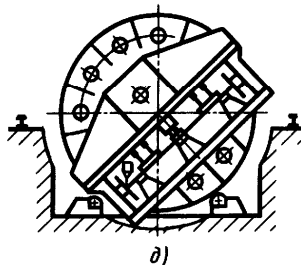
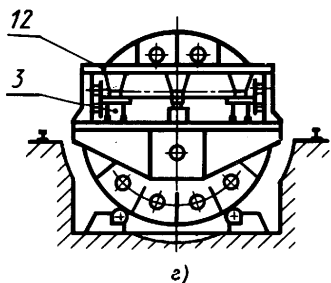
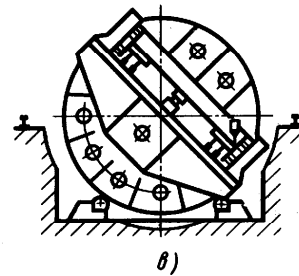
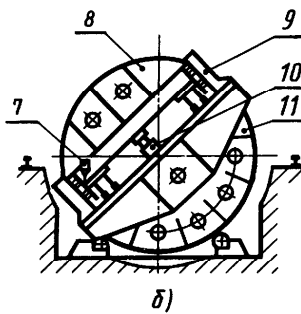
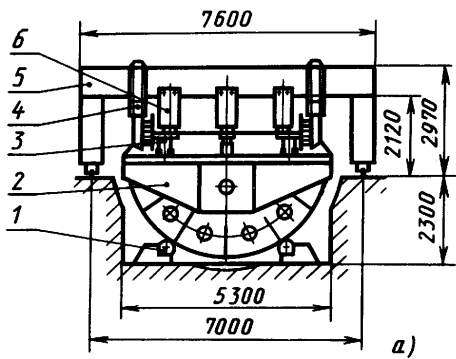


Рис. 15. Основные этапы сборки и сварки двутавровых балок в полноповоротных кондукторах

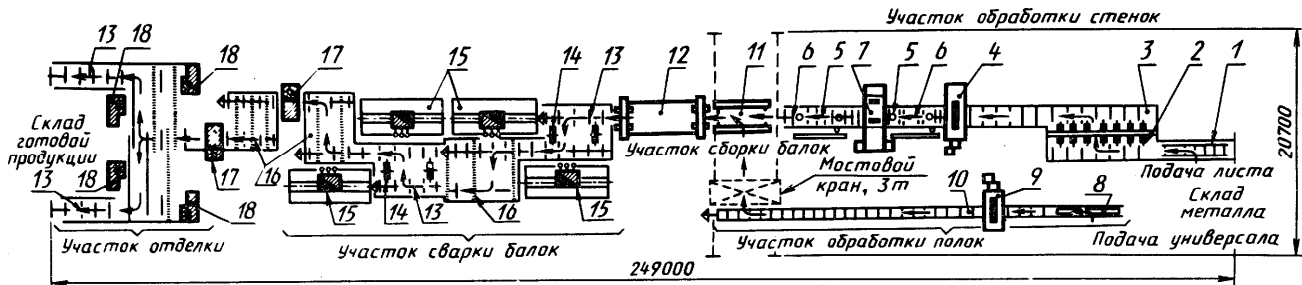


Рис. 1. Схема поточной линии производства сварных двутавровых балок

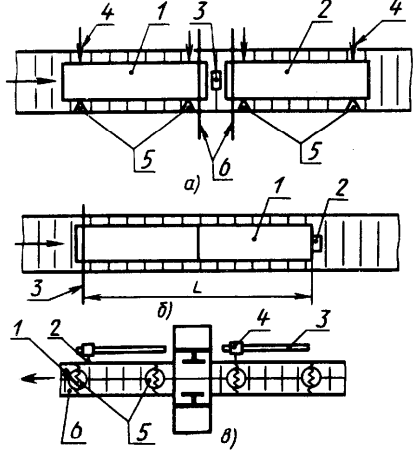


Рис. 2. Операции на участке заготовки стенок

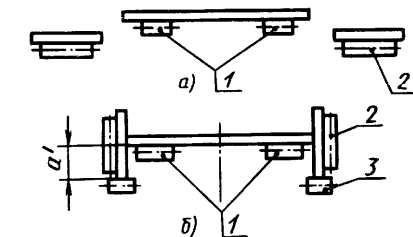


Рис. 3. Схема опорных баз питателя

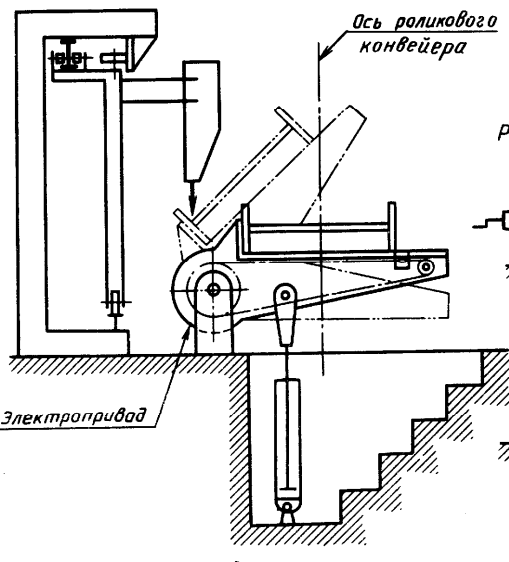


Рис. 7. Конструктивная схема кантователя на 45°

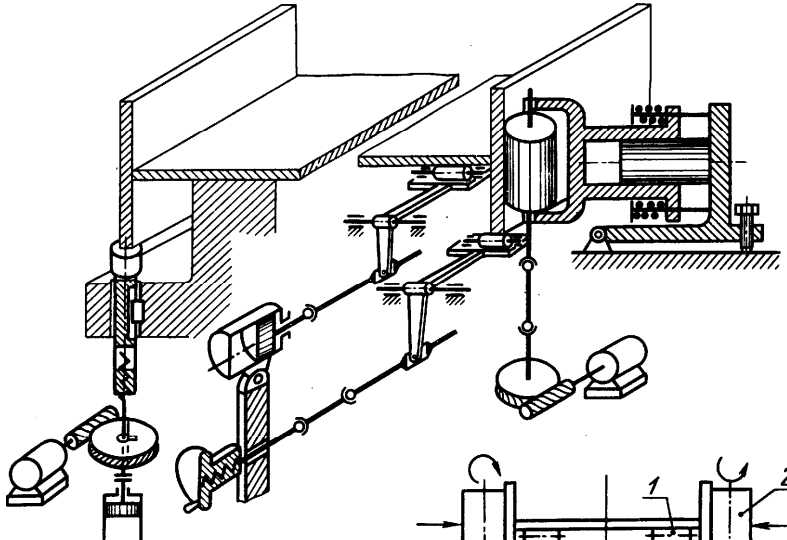


Рис. 4. Механизмы сборочного стана

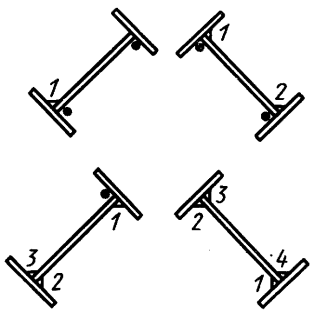


Рис. 5. Положения балки на сварочном участке

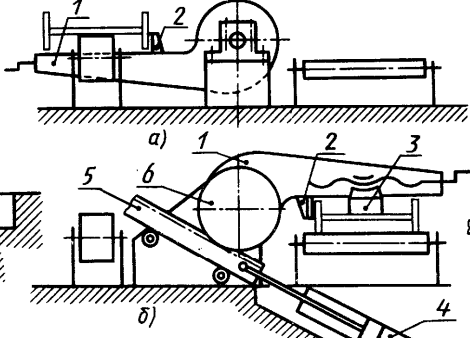


Рис. 8. Конструктивная схема магнитного кантователя на 180°

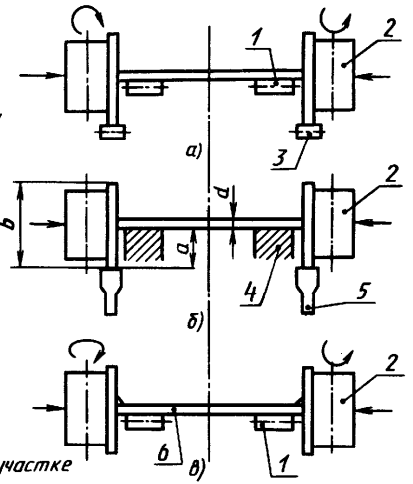


Рис. 6. Схемы расположения опорных баз и прижимов сборочного стана

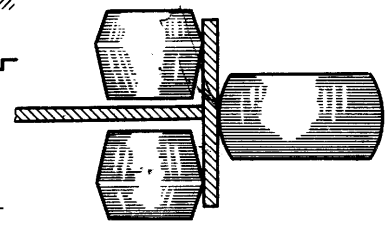


Рис. 9. Схема правки гребневидности полков

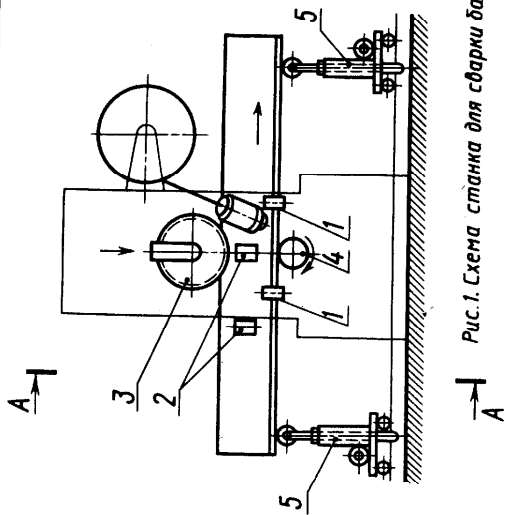


Рис. 1. Схема станка для сварки балок табурного профиля

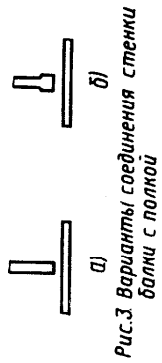


Рис. 3. Варианты соединения стенки балки с полкой

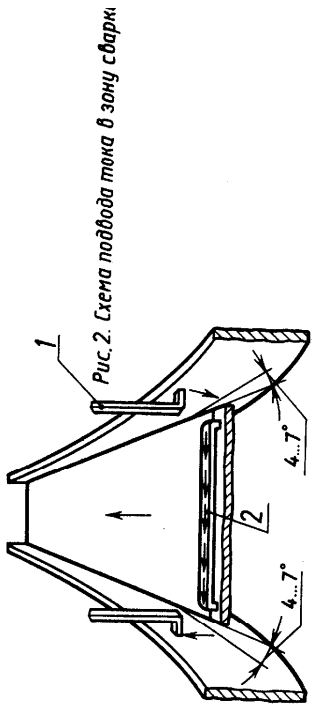


Рис. 2. Схема подвода тока в зону сварки

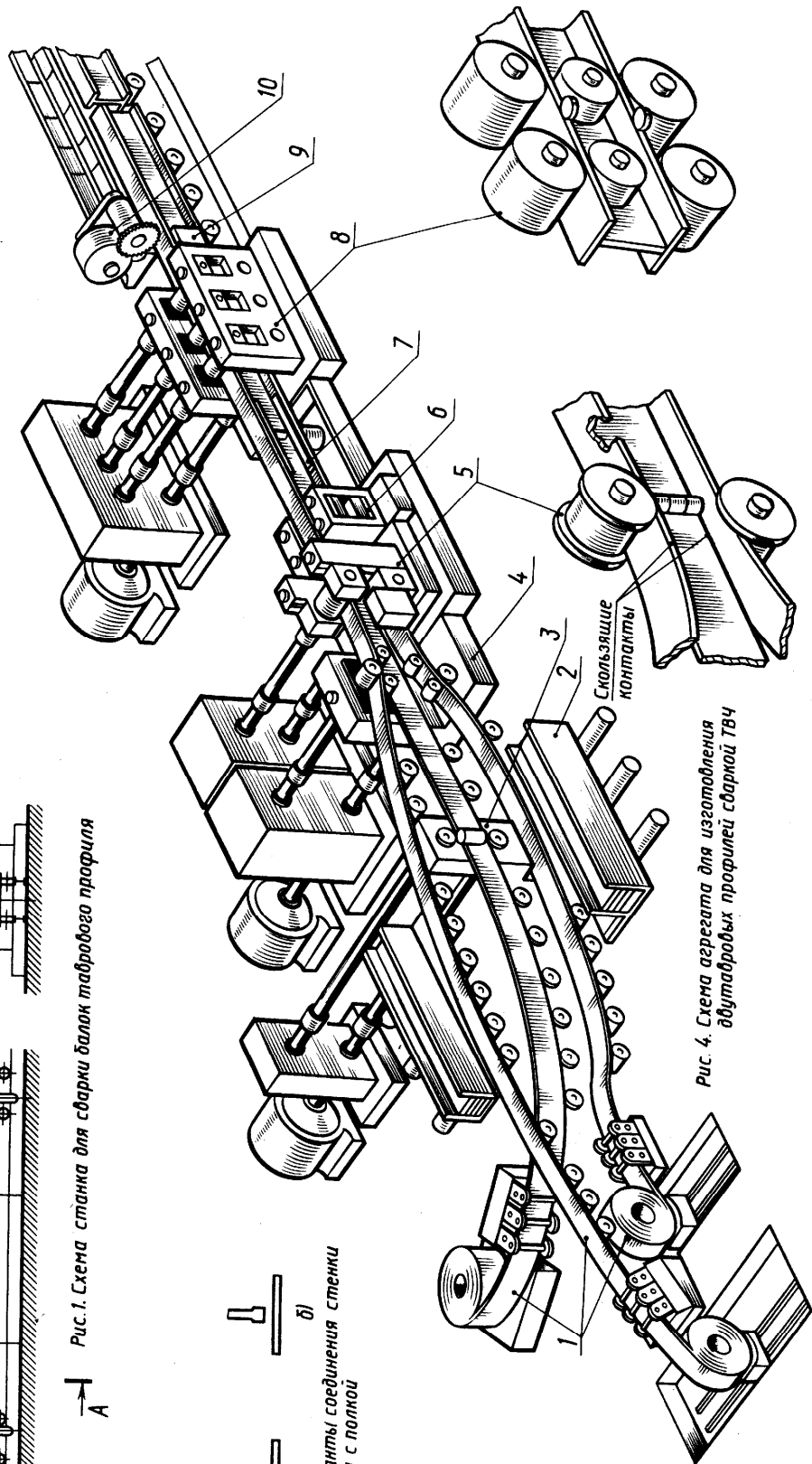


Рис. 4. Схема агрегата для изготовления двутавровых профилей сваркой ТВЧ

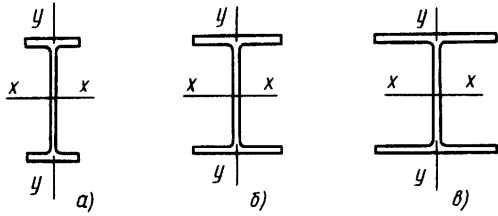


Рис. 1. Двутавры с параллельными гранями полок

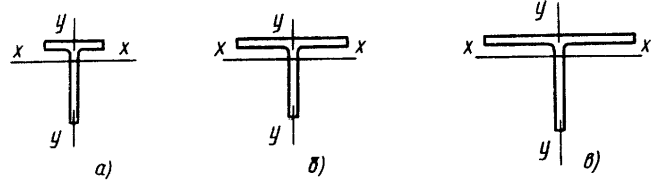


Рис. 2. Тавры с параллельными гранями полок

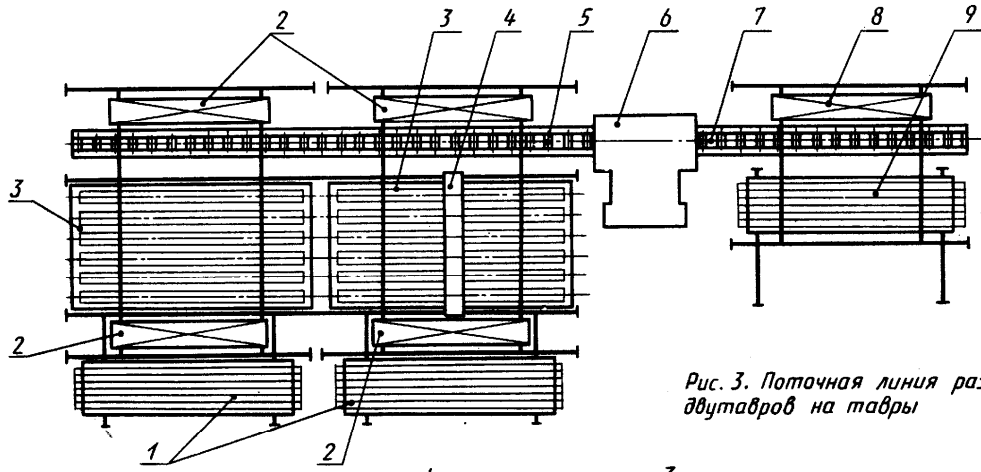


Рис. 3. Поточная линия разрезки двутавров на тавры

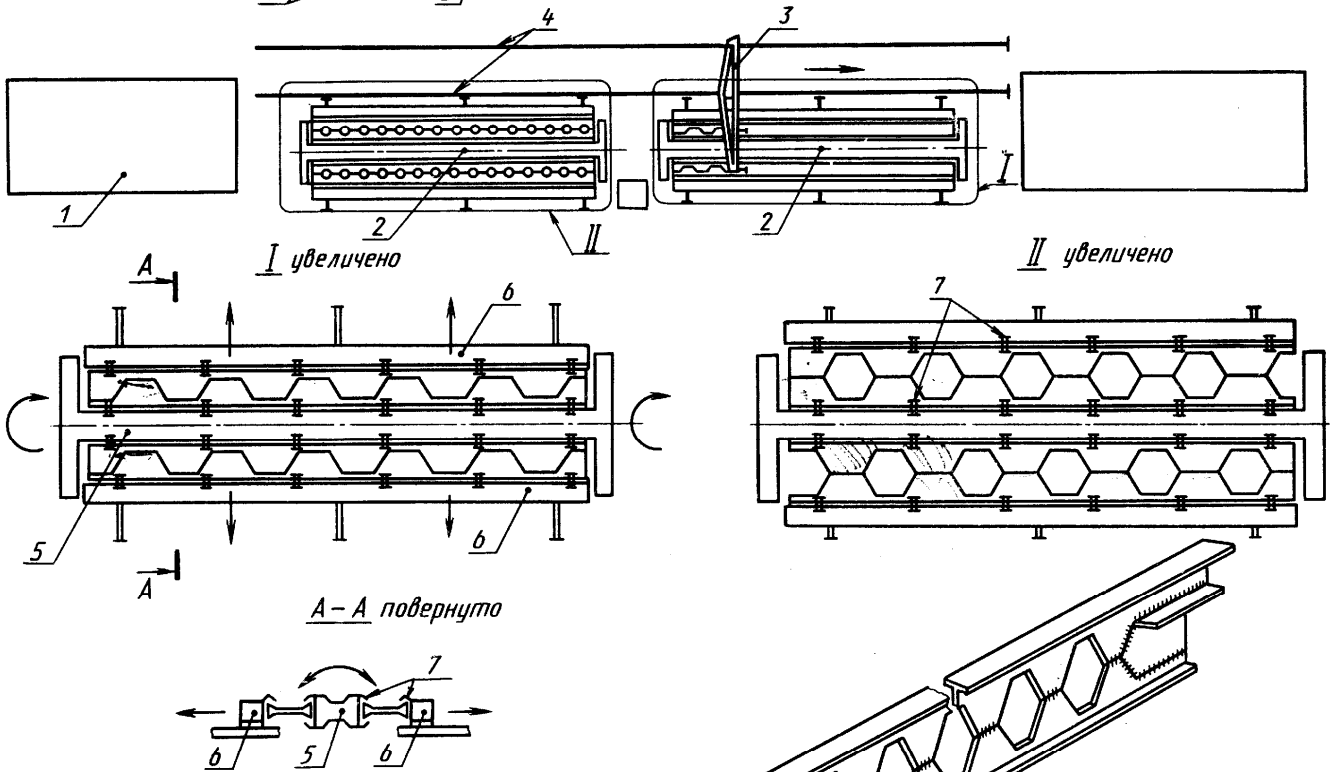


Рис. 4. Схема участка изготовления сквозных двутавров

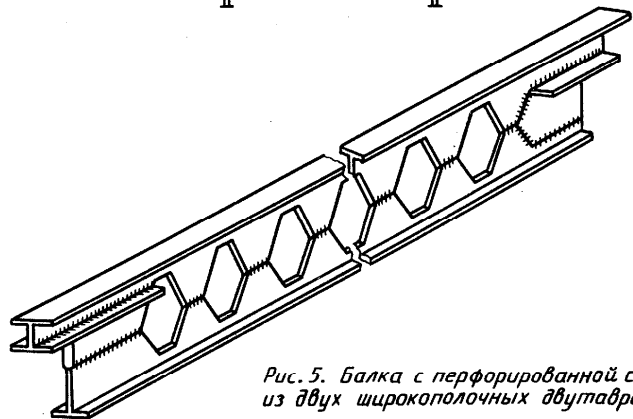


Рис. 5. Балка с перфорированной стенкой из двух широкополочных двутавров

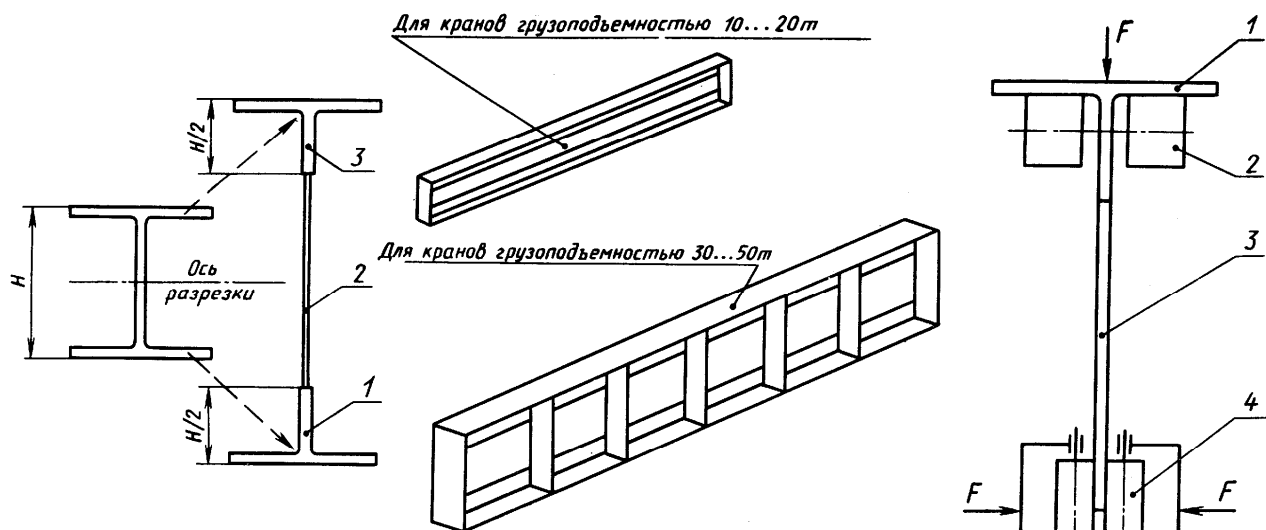


Рис. 6. Составные подкрановые балки из широкополочных двутавров

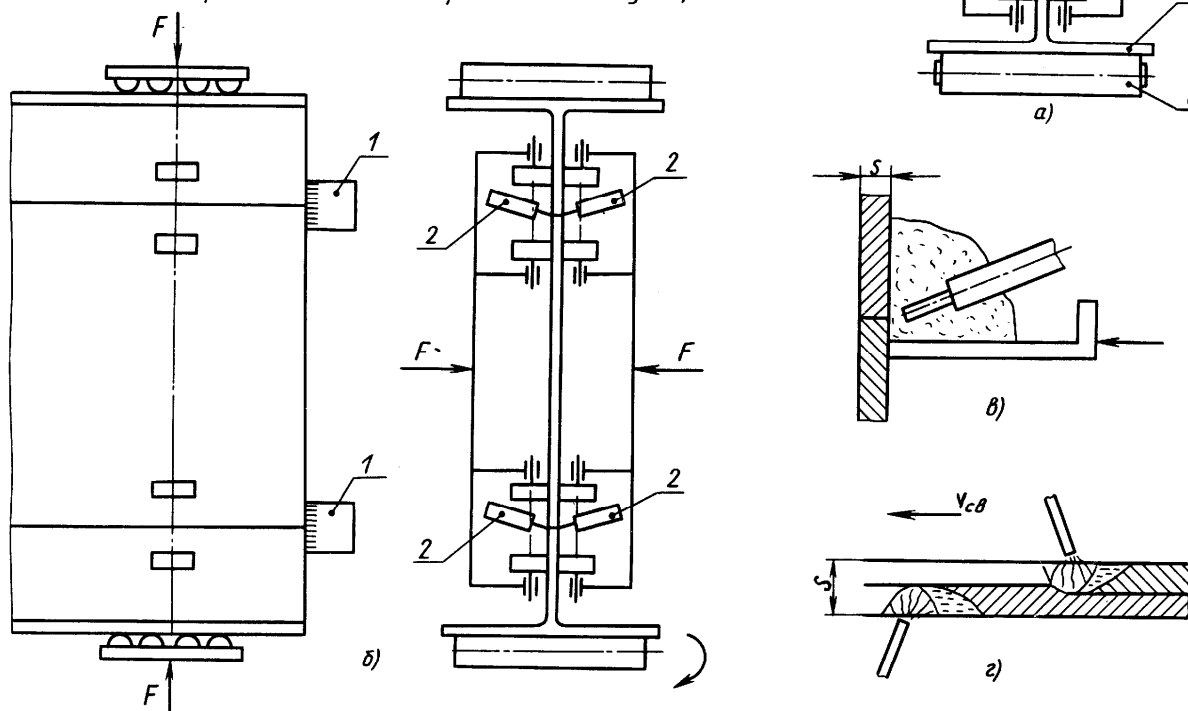


Рис. 7. Изготовление балки из двух широкополочных тавров и вставки из листа

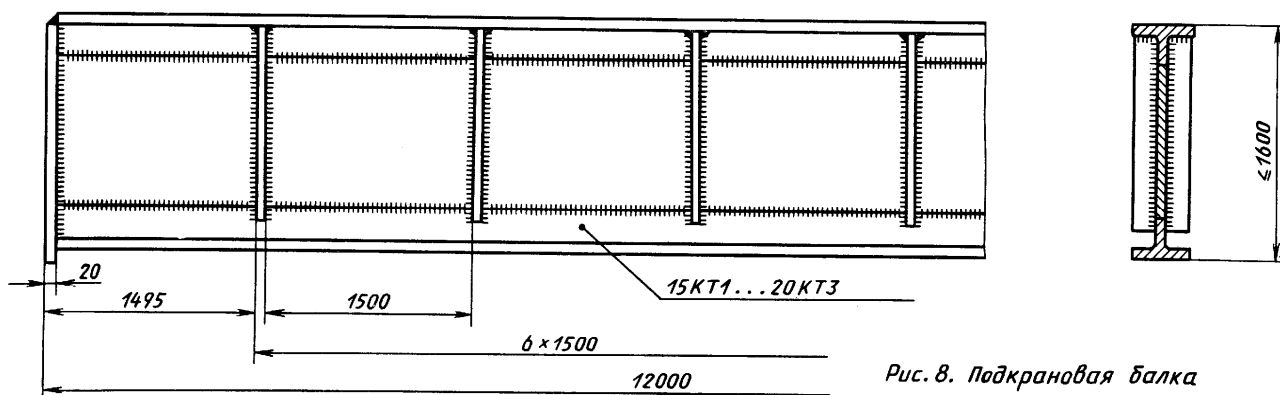


Рис. 8. Подкрановая балка

Сварные балки из прокатных двутавров

Лист 97

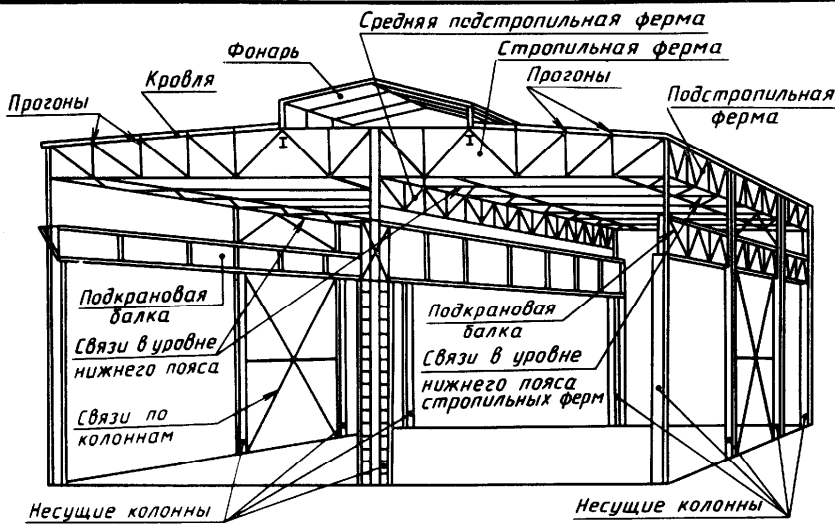


Рис. 1. Каркас промышленного здания

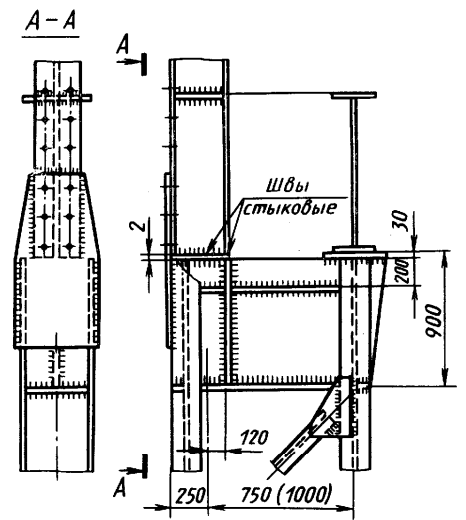


Рис. 4. Соединение верхней части ступенчатой колонны с нижней по крайнему ряду

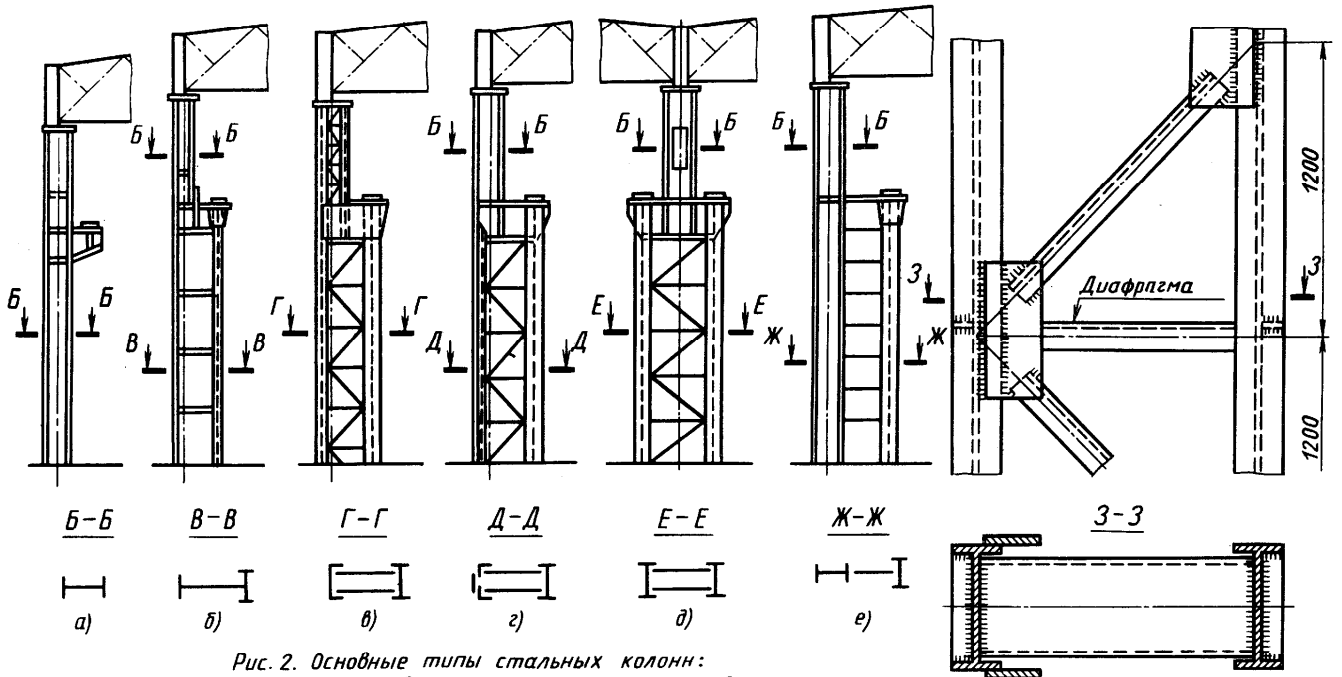


Рис. 2. Основные типы стальных колонн:
а - постоянного сечения; б...д - переменного сечения; е - раздельного типа

Рис. 5. Фрагменты решетки колонны

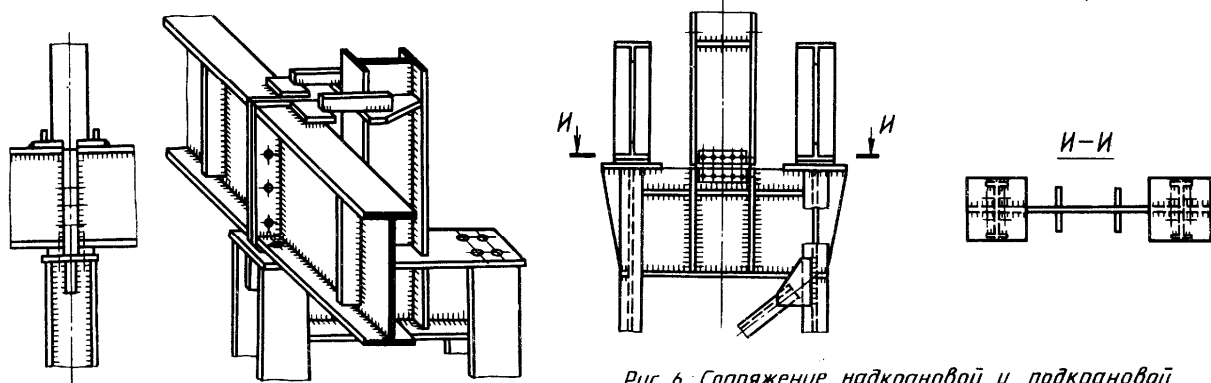


Рис. 3. Крепление подкрановой балки к колонне

Рис. 6. Сопряжение надкрановой и подкрановой частей ступенчатой колонны среднего ряда

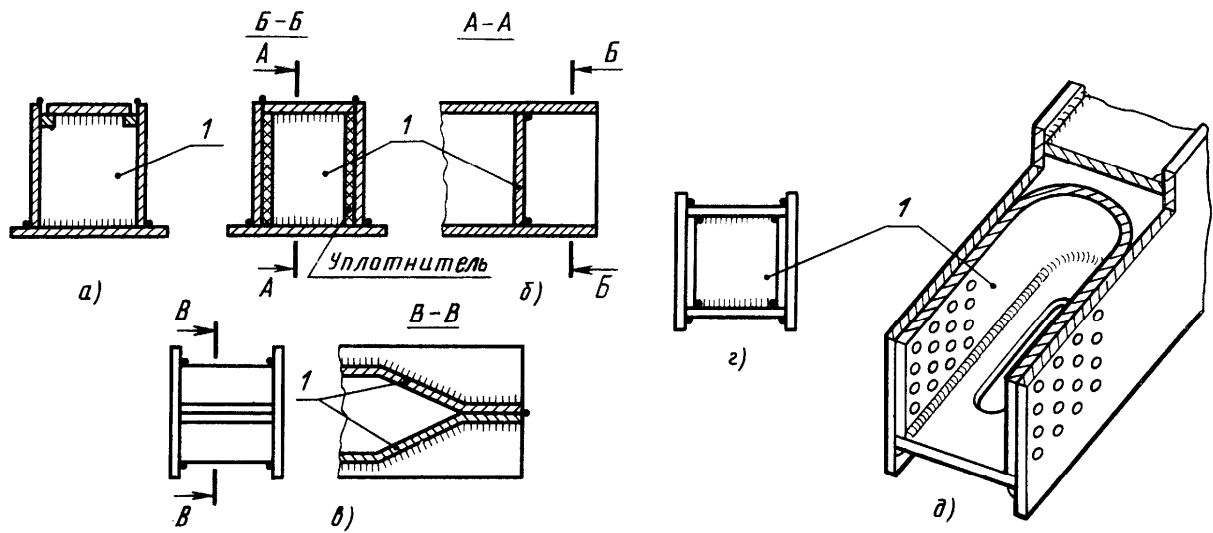


Рис. 1. Поперечные сечения сварных коробчатых элементов

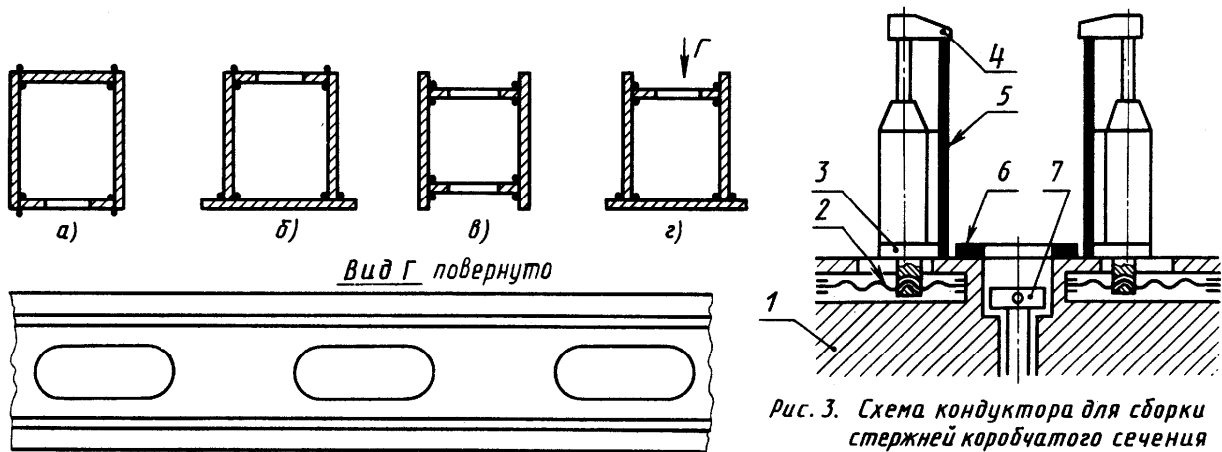


Рис. 3. Схема кондуктора для сборки стержней коробчатого сечения

Рис. 2. Элементы коробчатого сечения с перфорированной стенкой

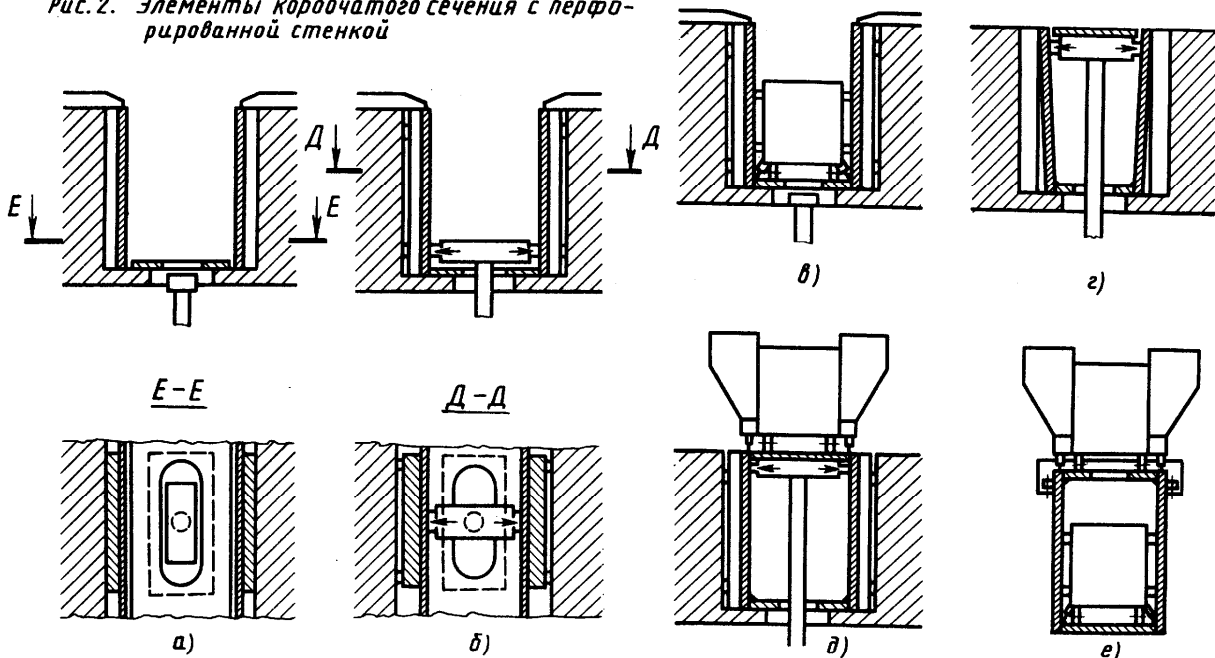


Рис. 4. Последовательность изготовления элементов коробчатого сечения

Стержни коробчатого сечения

Лист 99

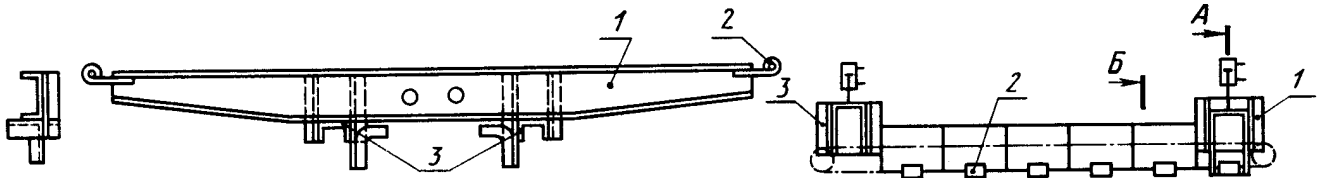


Рис. 1. Поперечная балка

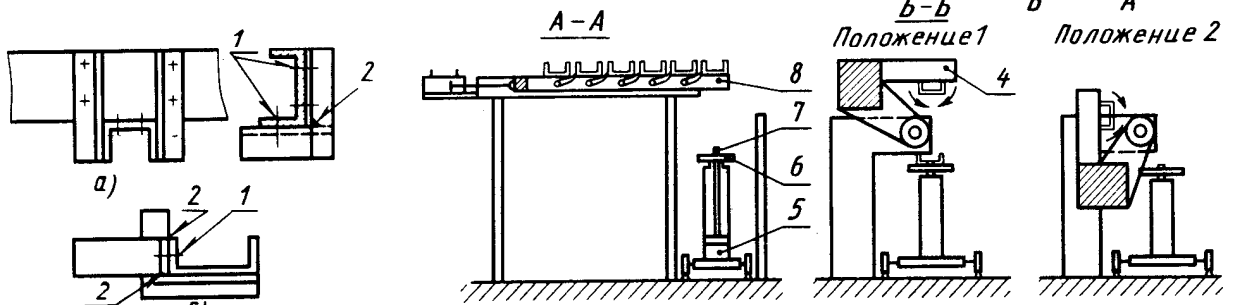


Рис. 2. Положение балки при сварке

Рис. 3. Транспортирующие и кантовочные устройства поточной линии

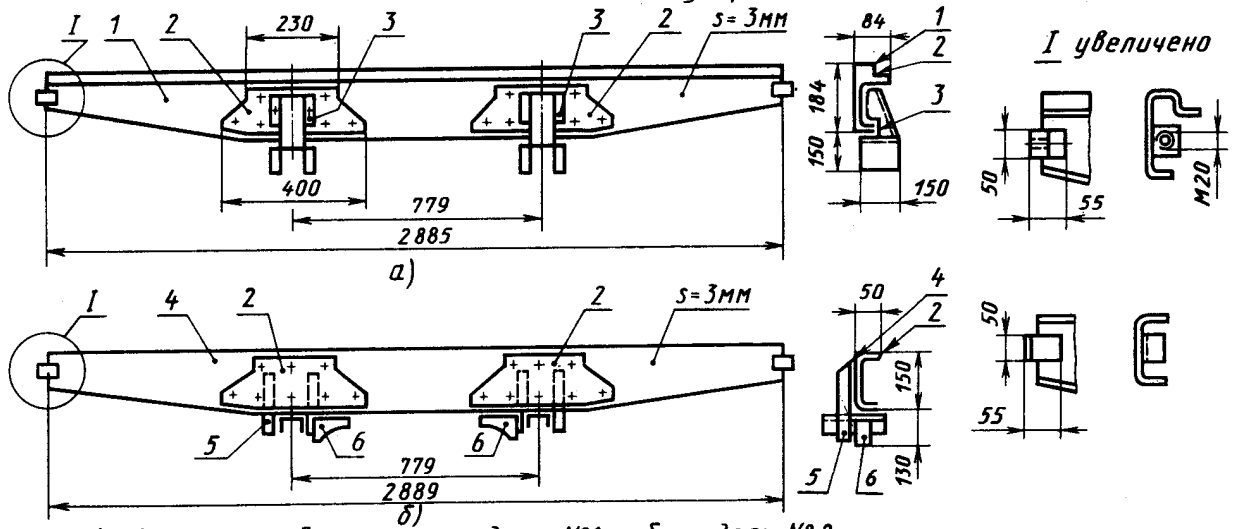


Рис. 4. Поперечные балки: а - модель №1; б - модель №2

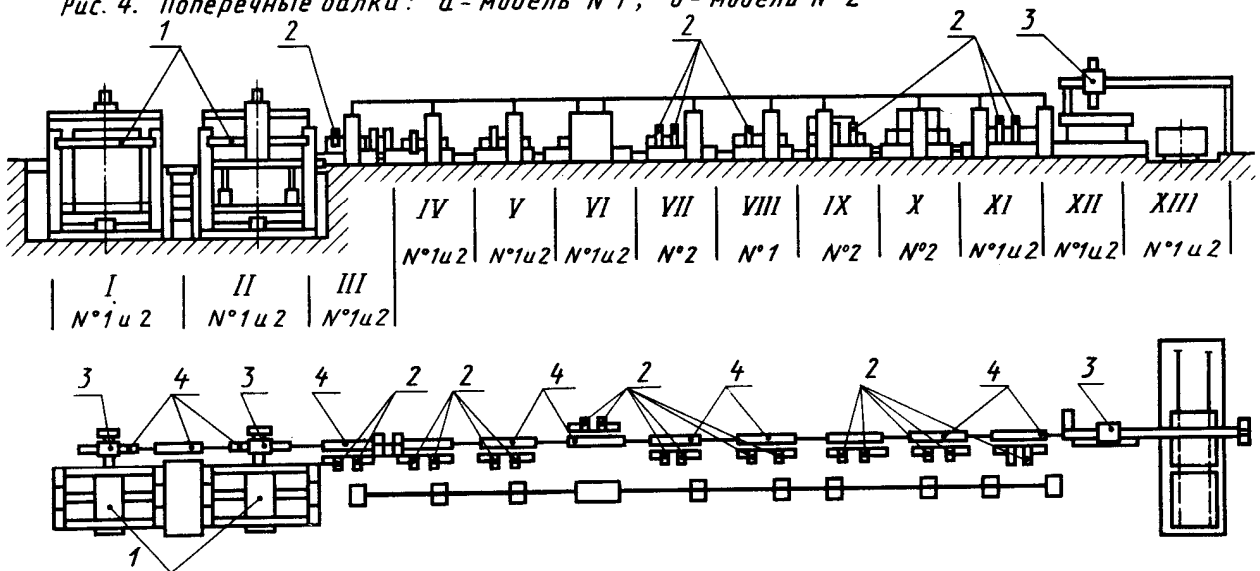


Рис. 5. Структурная схема автоматизированной поточной линии сборки и сварки поперечных балок

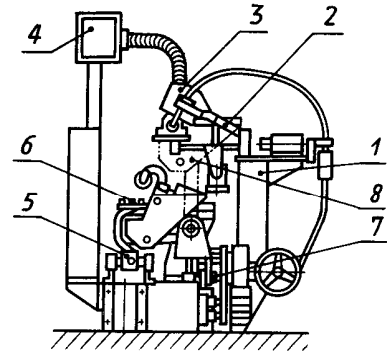
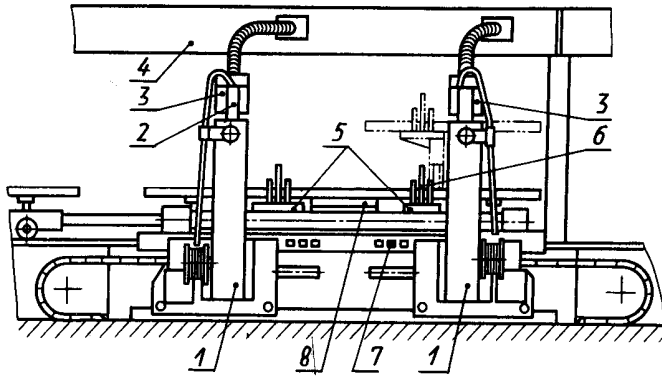


Рис. 6. Рабочее место дуговой точечной сварки поперечных балок

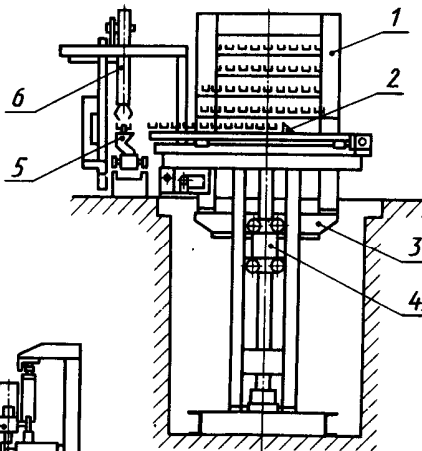


Рис. 7. Питатель поточной линии корпусами балок

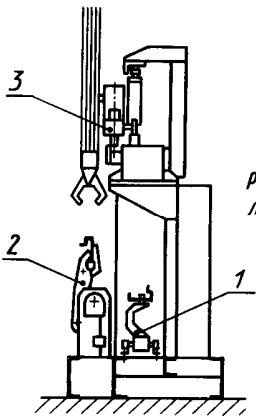


Рис. 8. Оборудование рабочего места съема готовых балок

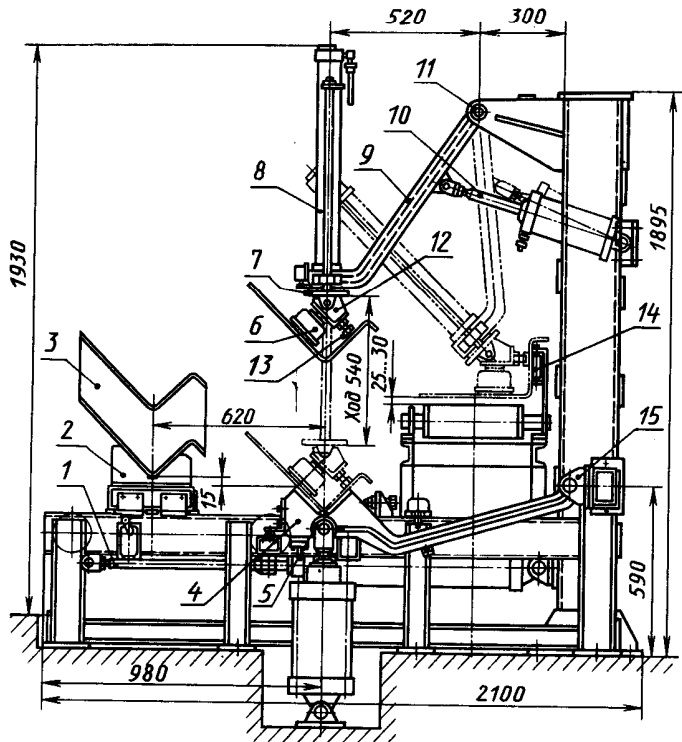


Рис. 10. Загрузочное устройство линии изготовления угловых стоек грузового полувагона

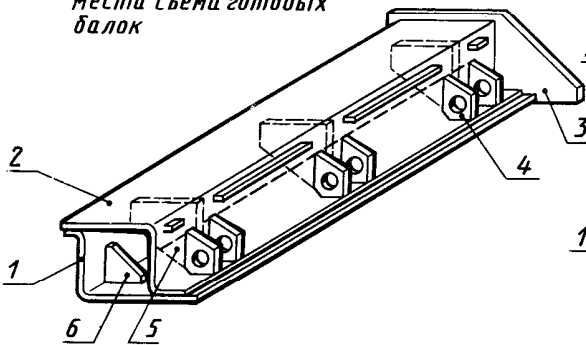


Рис. 9. Угловая стойка грузового полувагона

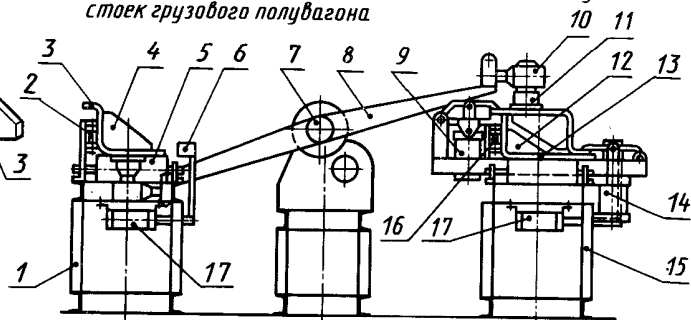


Рис. 11. Автоматизированная установка для сборки угловой стойки грузового полувагона

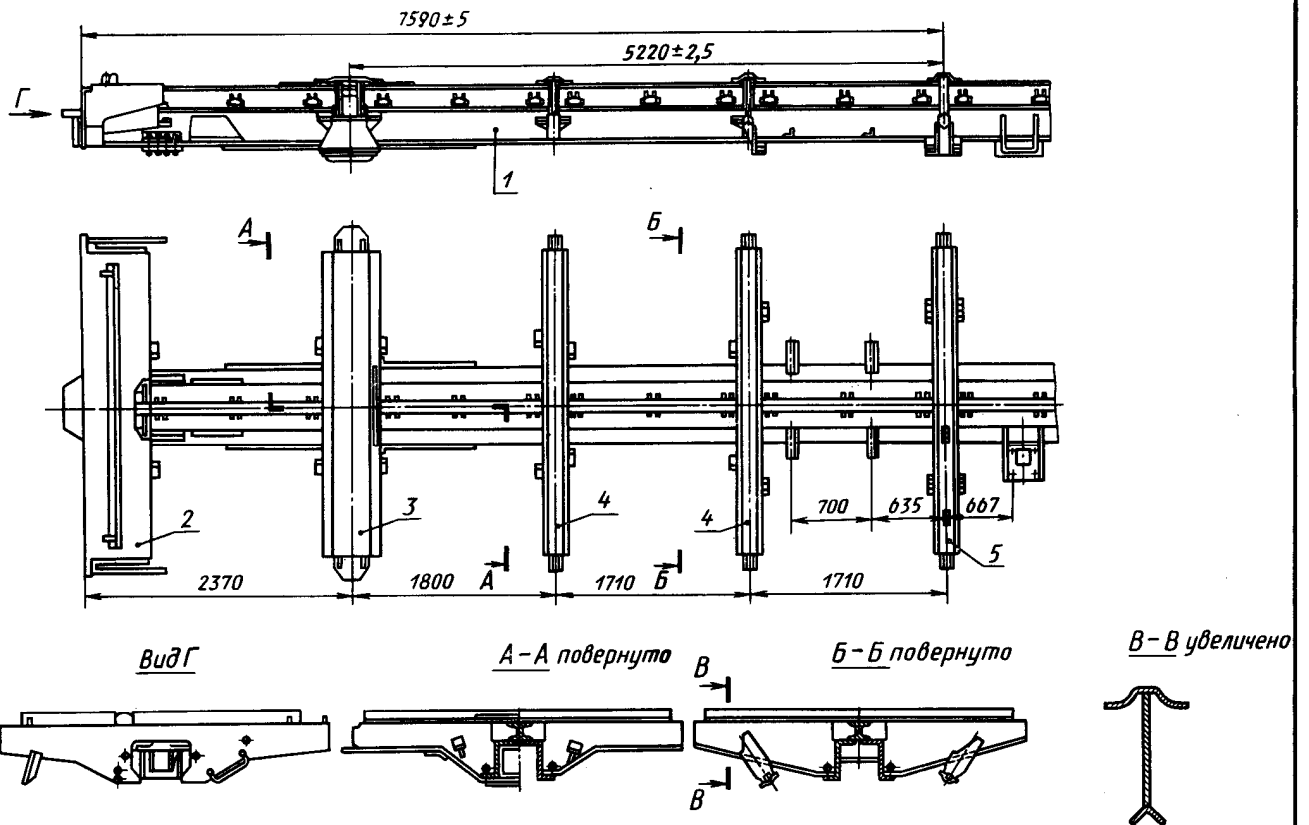


Рис. 1. Рама шестиосного полувагона

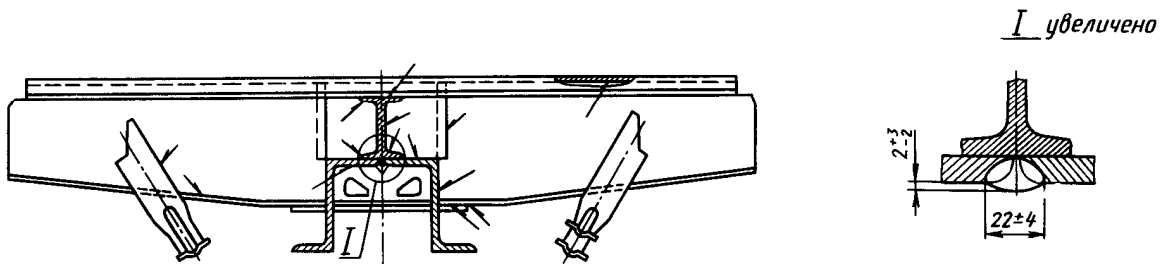


Рис. 2. Узел соединения промежуточной балки с хребтовой

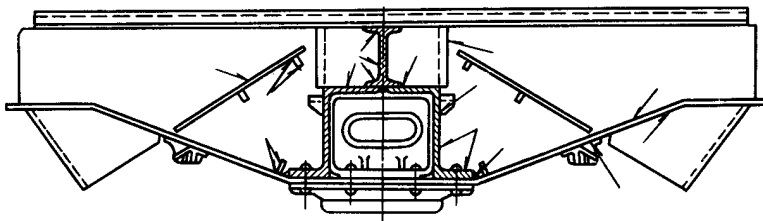


Рис. 3. Сварные соединения шкворневого узла рамы полувагона

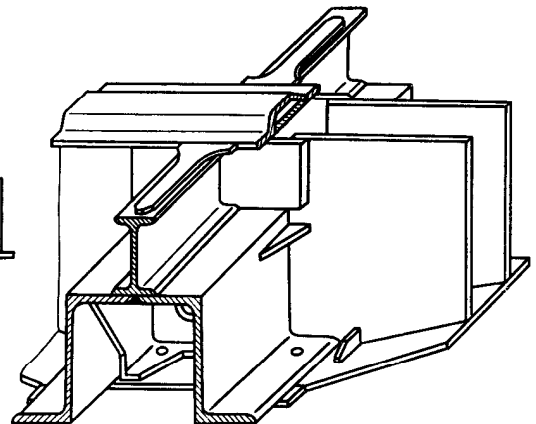


Рис. 4. Узел сопряжения шкворневой балки с хребтовой

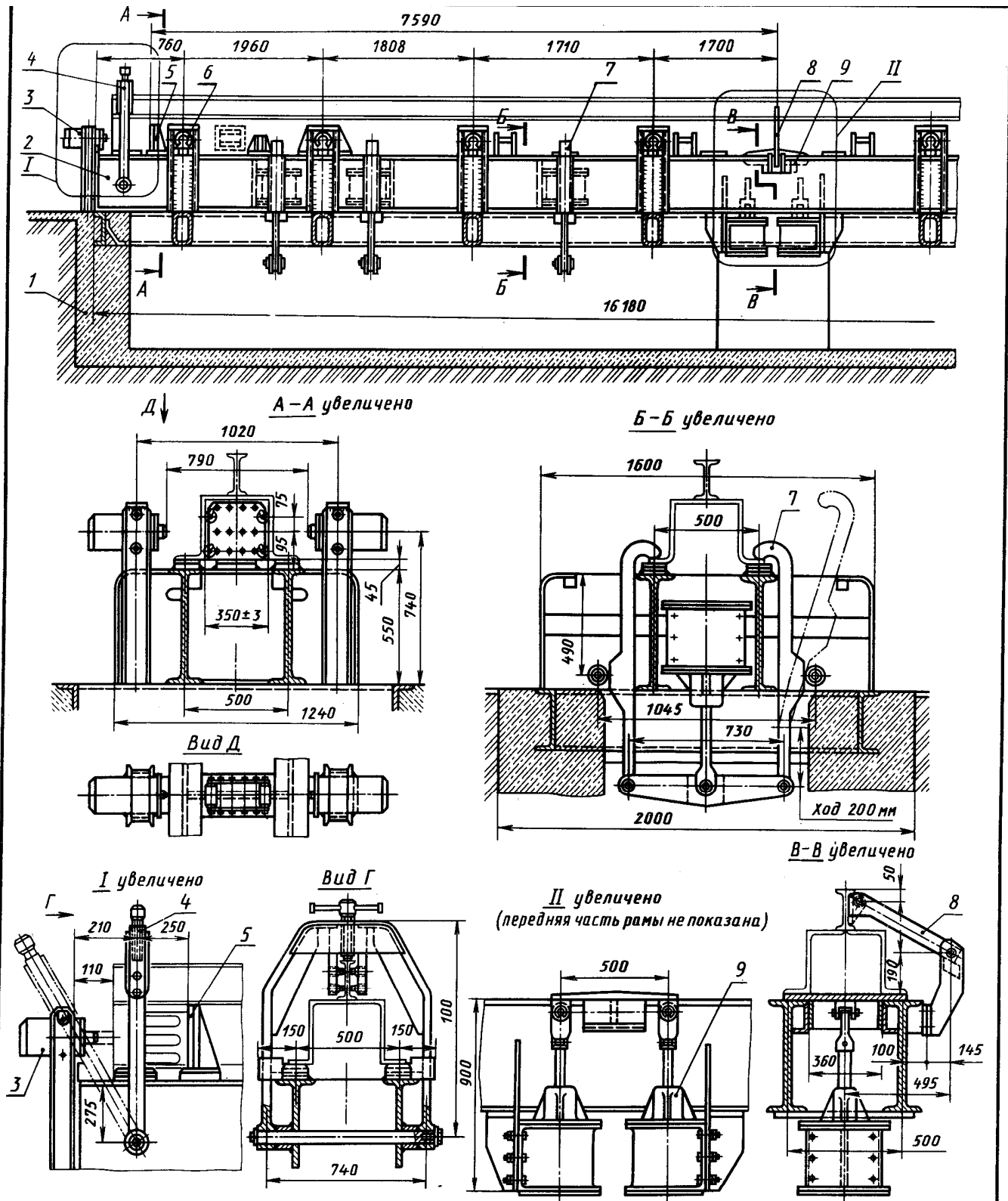


Рис. 5. Приспособление для сборки и сварки хребтовых балок полувагона

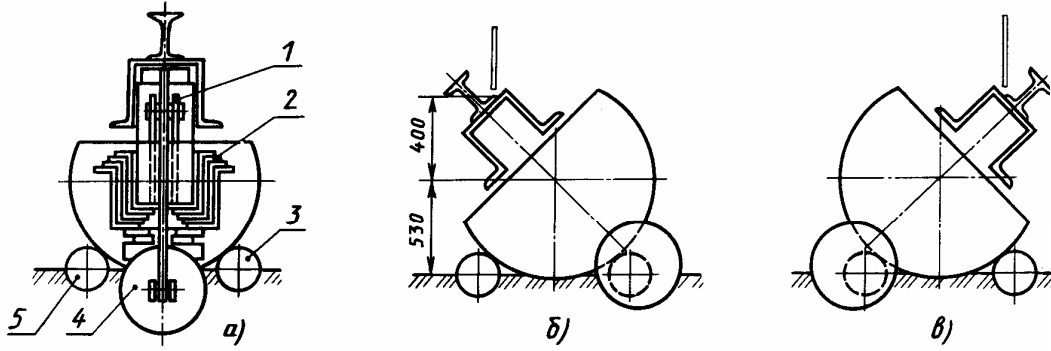
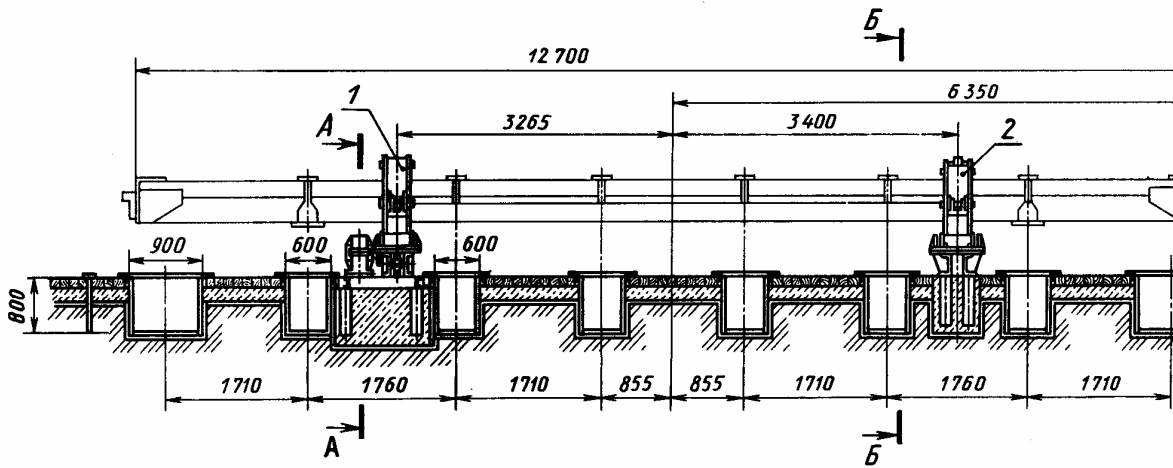
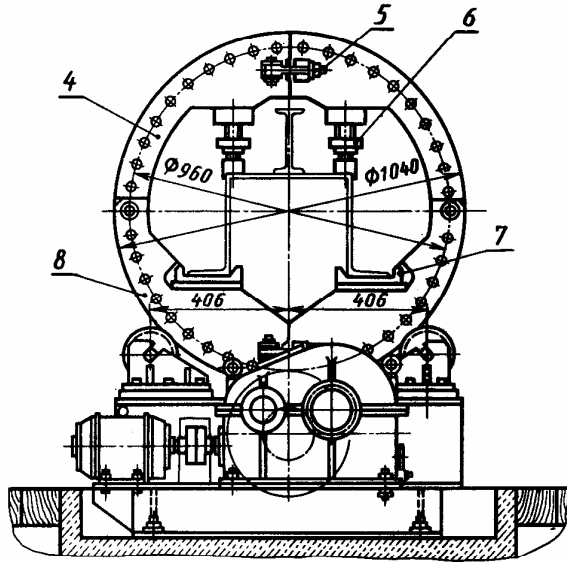


Рис. 6. Положения хребтовой балки при сборке и автоматической сварке



A-A увеличено



B-B увеличено

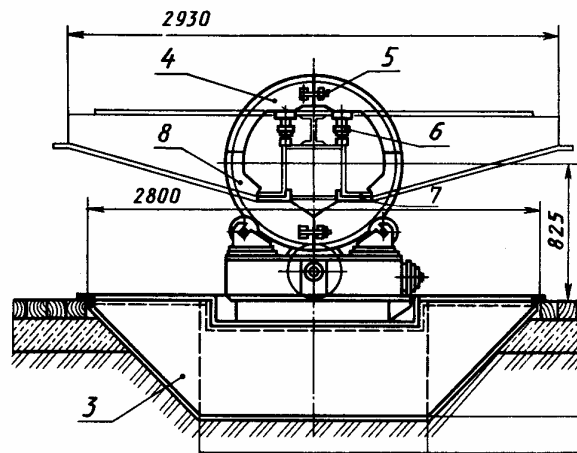


Рис. 7. Кольцевой кантователь рамы полувагона

Изготовление рамы вагона

Рис

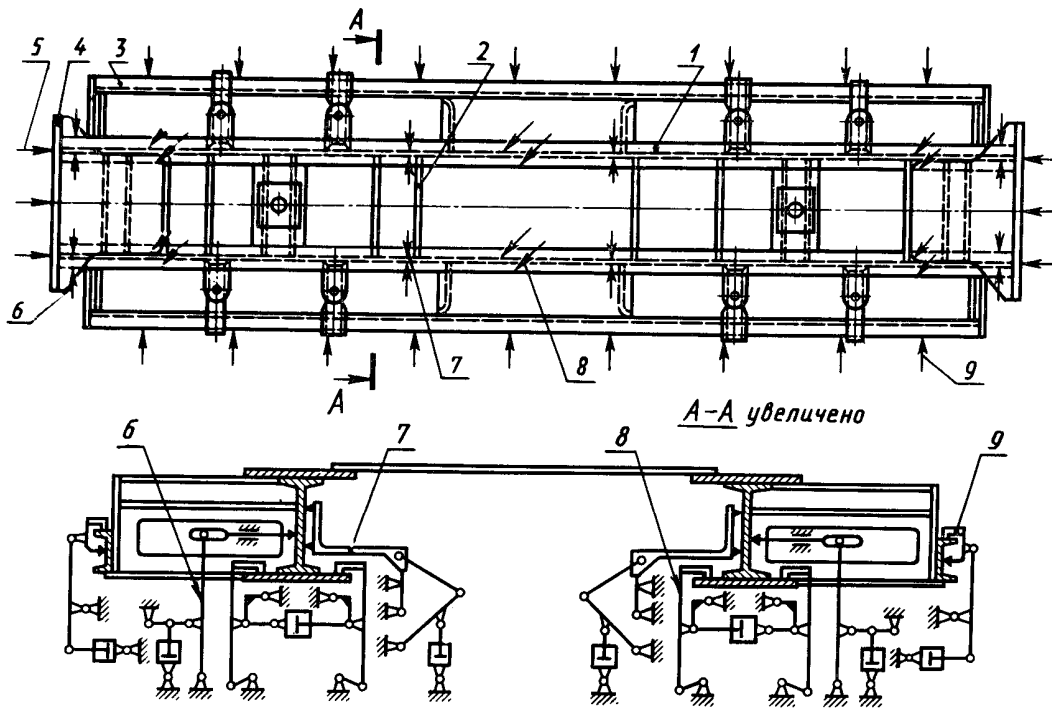
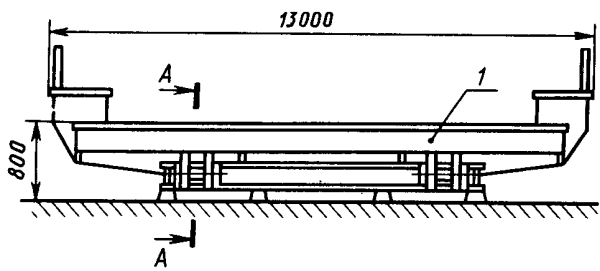


Рис. 1. Эскиз рамы и схемы расположения прижимов



A-A увеличено

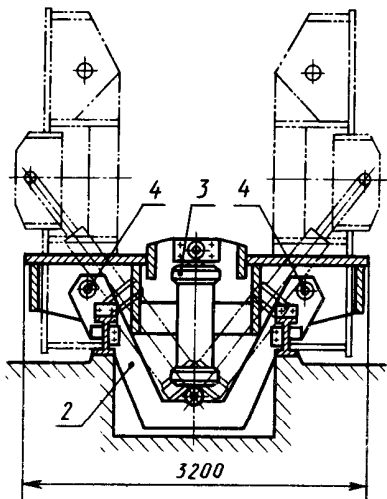
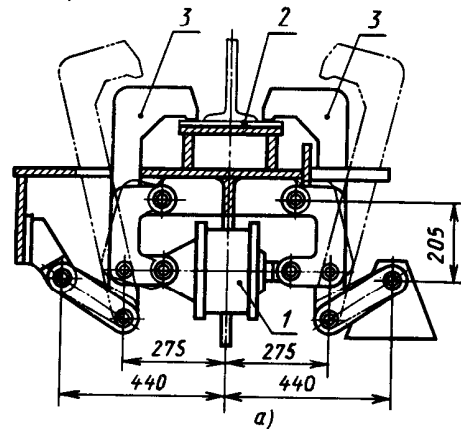
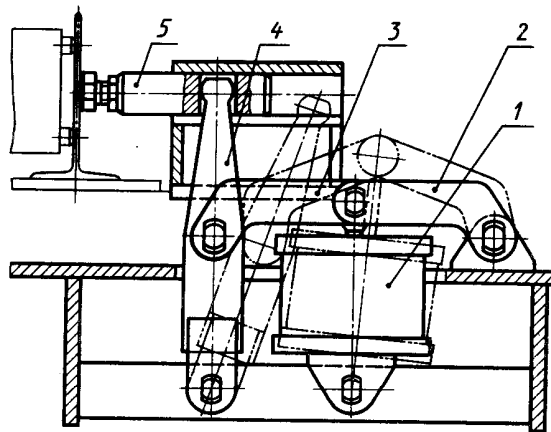


Рис. 2. Кондуктор-кантователь с гидродомкратами



а)



б)

Рис. 3. Рычажные пневмоприжимы для закрепления элементов рамы

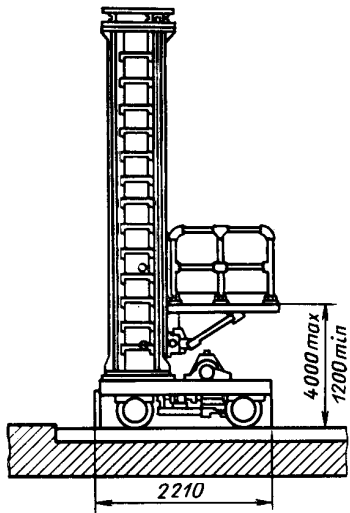


Рис. 4. Тележка для сварщика

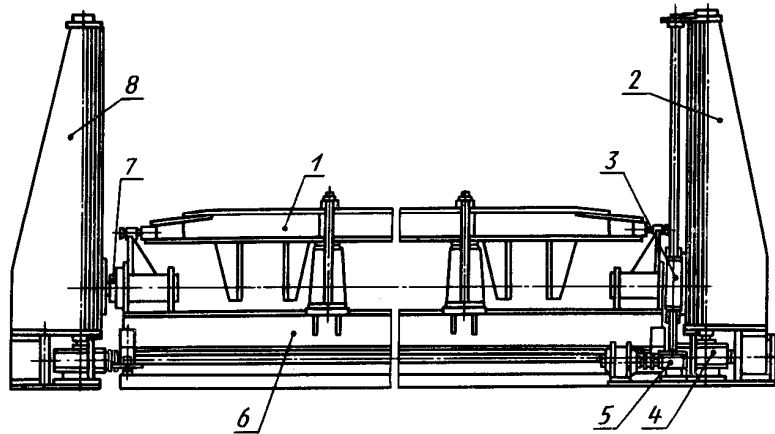
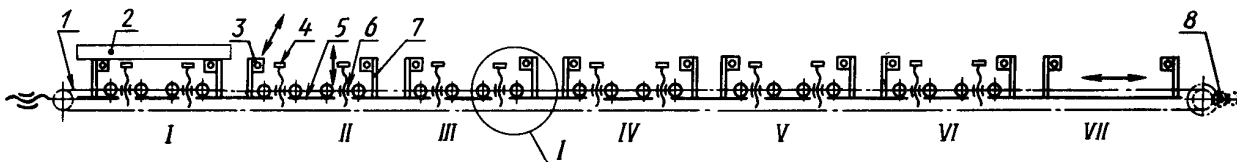


Рис. 5. Подъемно-поворотный кантователь для сварки рам:
1-свариваемое изделие; 2 и 8-стойки; 3-ползун; 4-редуктор подъема;
5-редуктор поворота; 6-поворотная рама; 7-цапфа



I увеличено

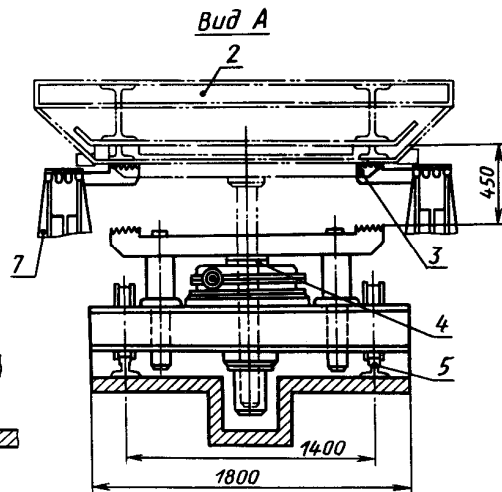
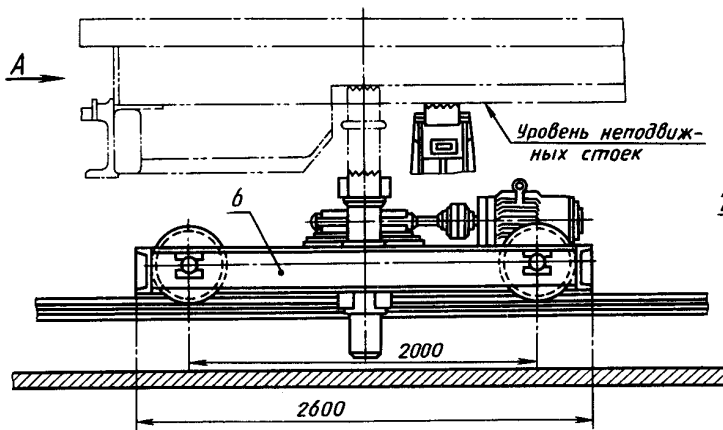


Рис. 6. Тележный конвейер для крупногабаритных изделий

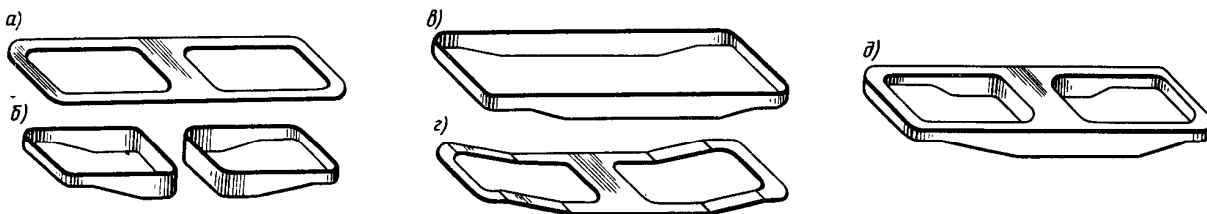


Рис. 7. Сборочно-сварочные операции при изготовлении рамы тележки

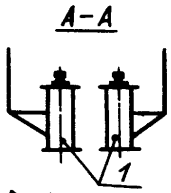
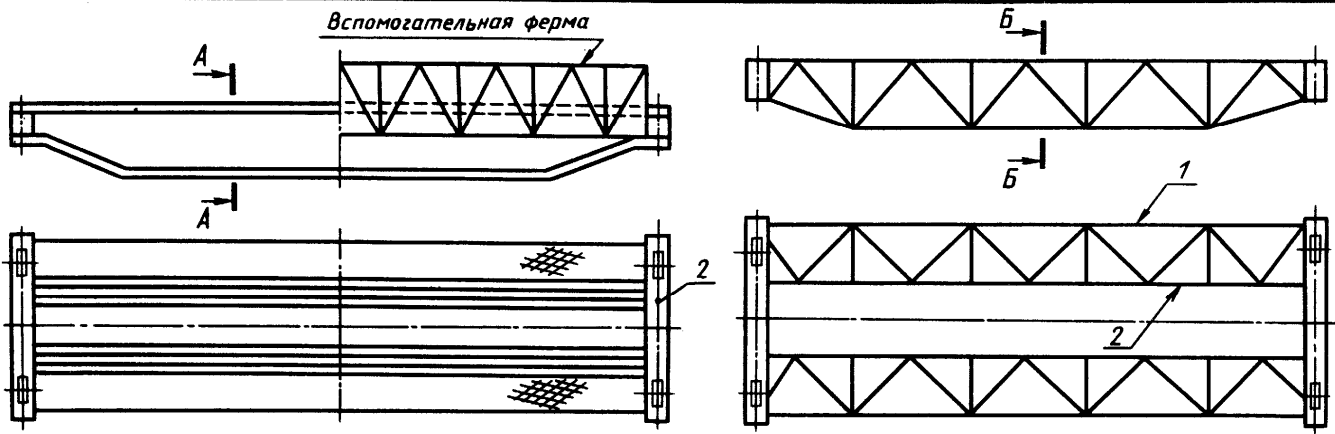


Рис. 1. Двухбалочная конструкция мостового крана

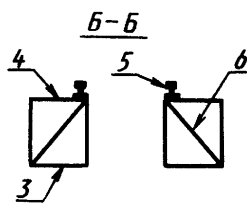


Рис. 2. Решетчатая конструкция мостового крана

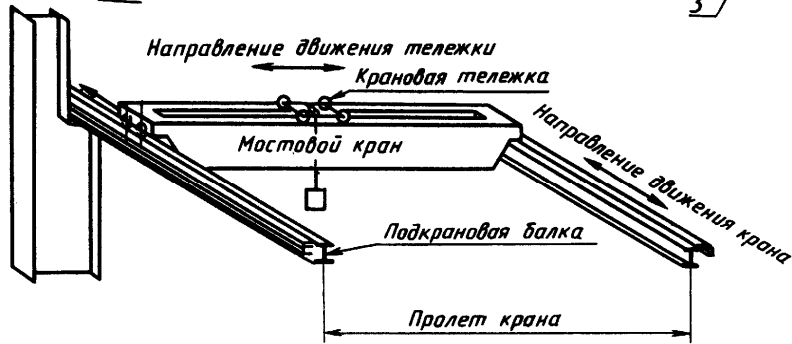


Рис. 3. Схема движений мостового крана

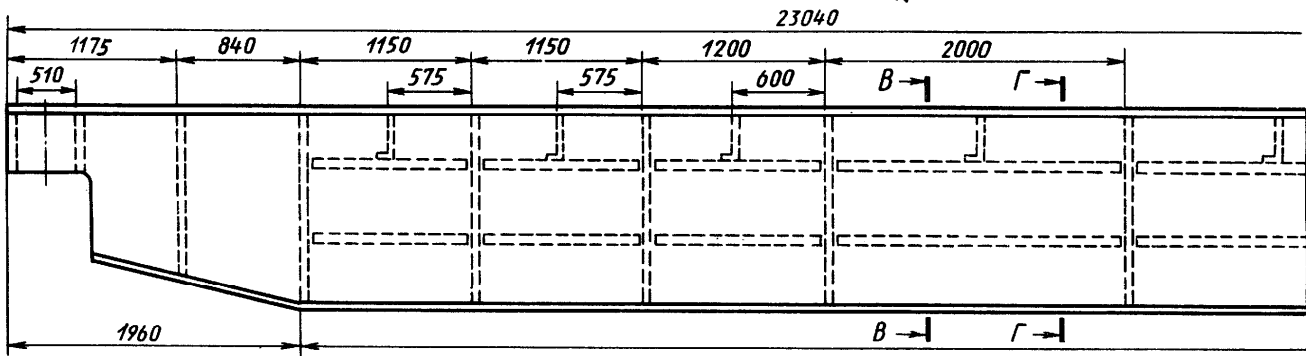
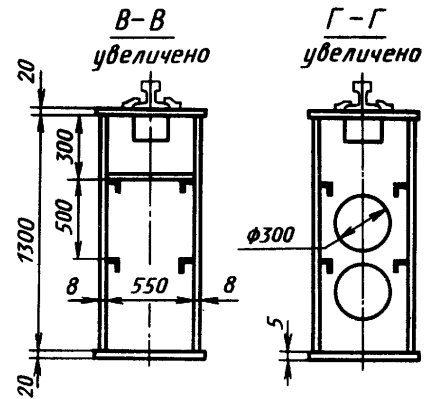


Рис. 4. Рабочий чертеж главной балки кранового моста. $Q=50/10\text{т}$, $L=22,5\text{м}$

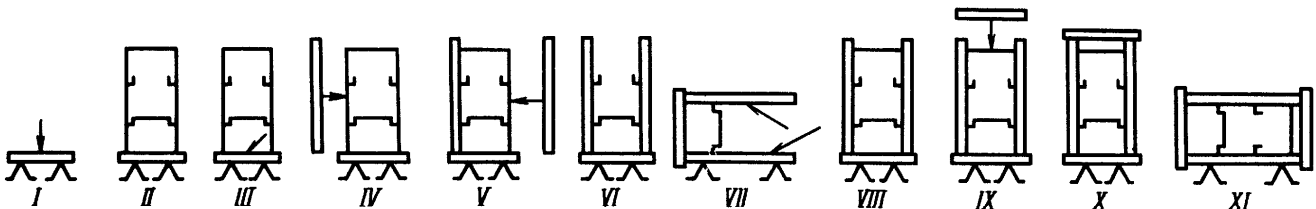


Рис. 5. Технологическая схема сборки пролетной балки

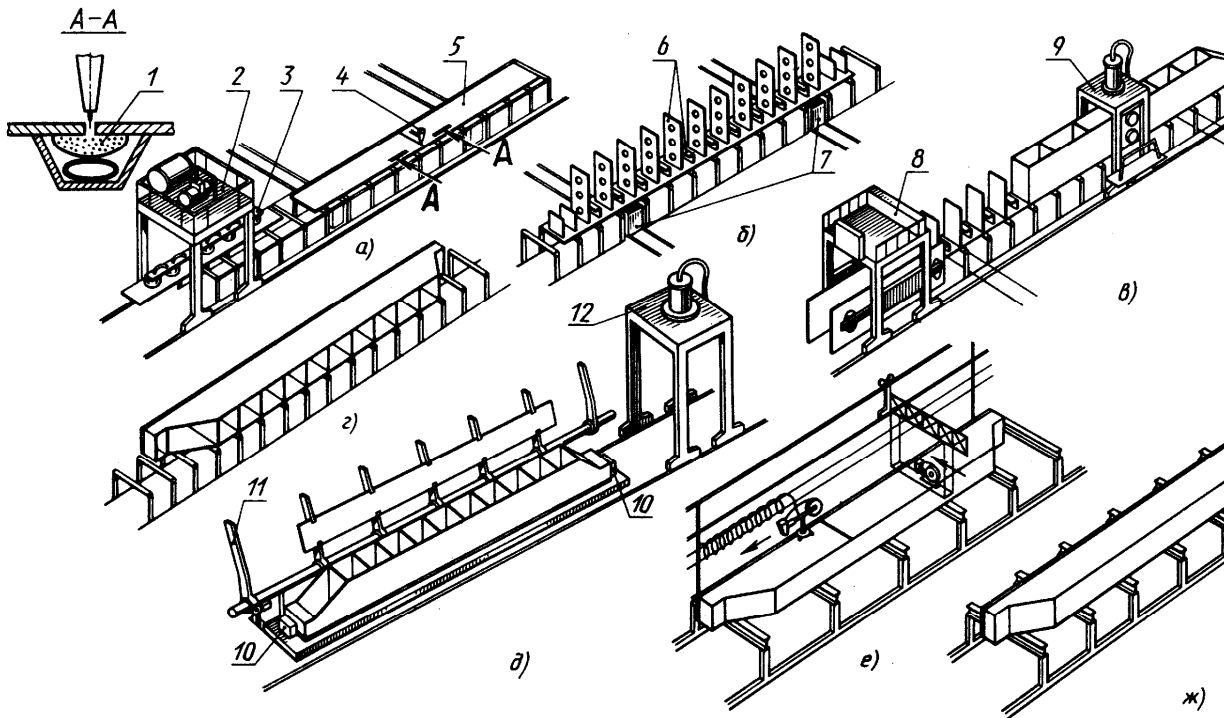


Рис. 1. Участки поточной линии сборки и сварки главной балки

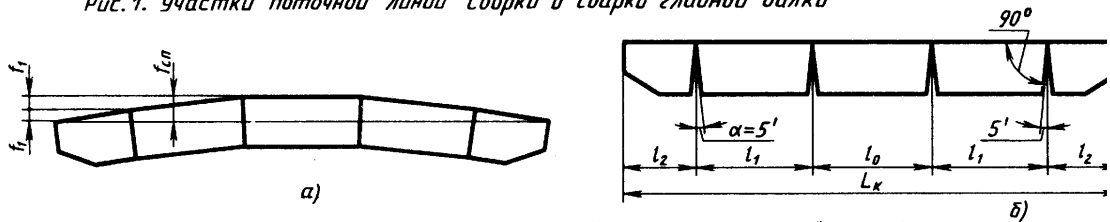


Рис. 2. Стенка балки (а) и схема получения её строительного подвеса (б)

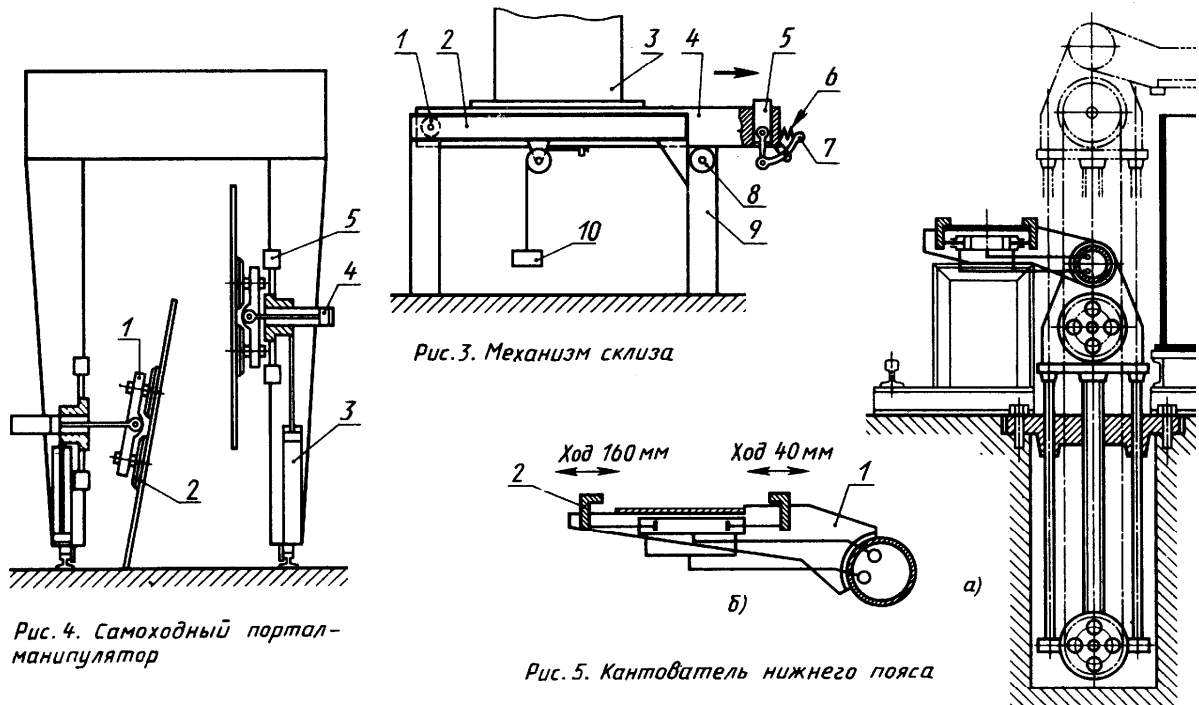


Рис. 3. Механизм склиза

Рис. 4. Самоходный портал-манипулятор

Рис. 5. Кантователь нижнего пояса

Изготовление главной балки

Лис

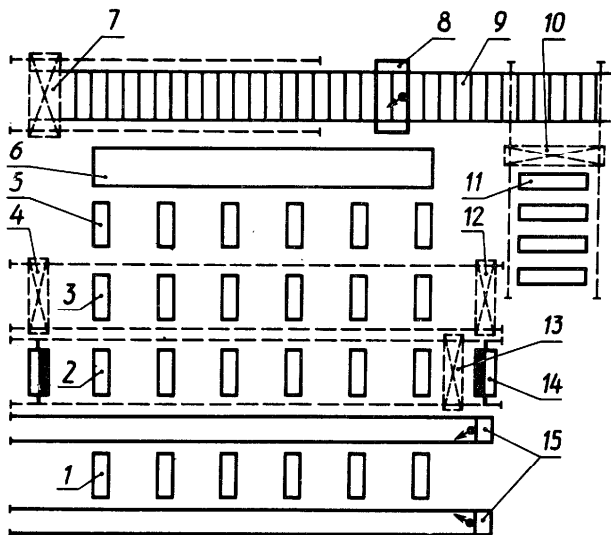


Рис. 1. Схема поточной линии изготовления балок коробчатого сечения

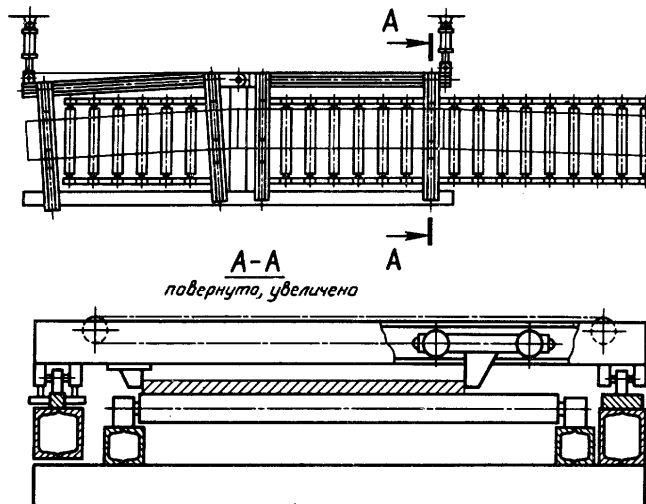


Рис. 2. Схема станда для сборки листовых элементов

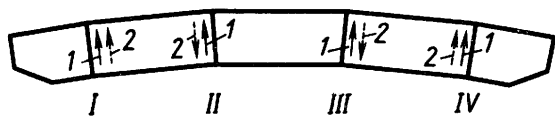


Рис. 3. Последовательность наложения швов

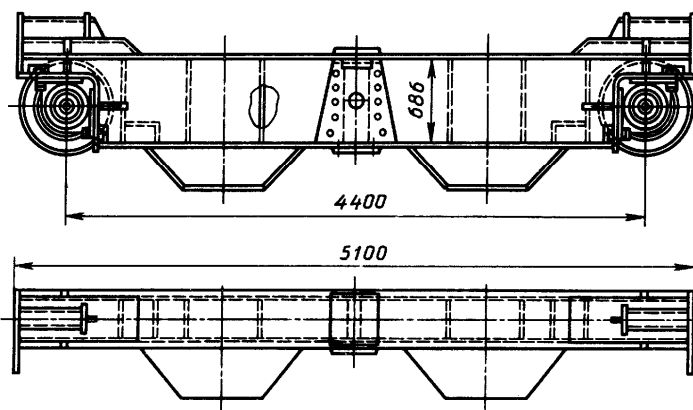


Рис. 5. Концевая балка с монтажным стыком

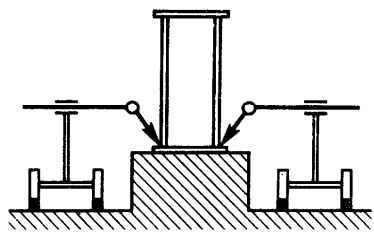


Рис. 4. Схема сварки поясных швов

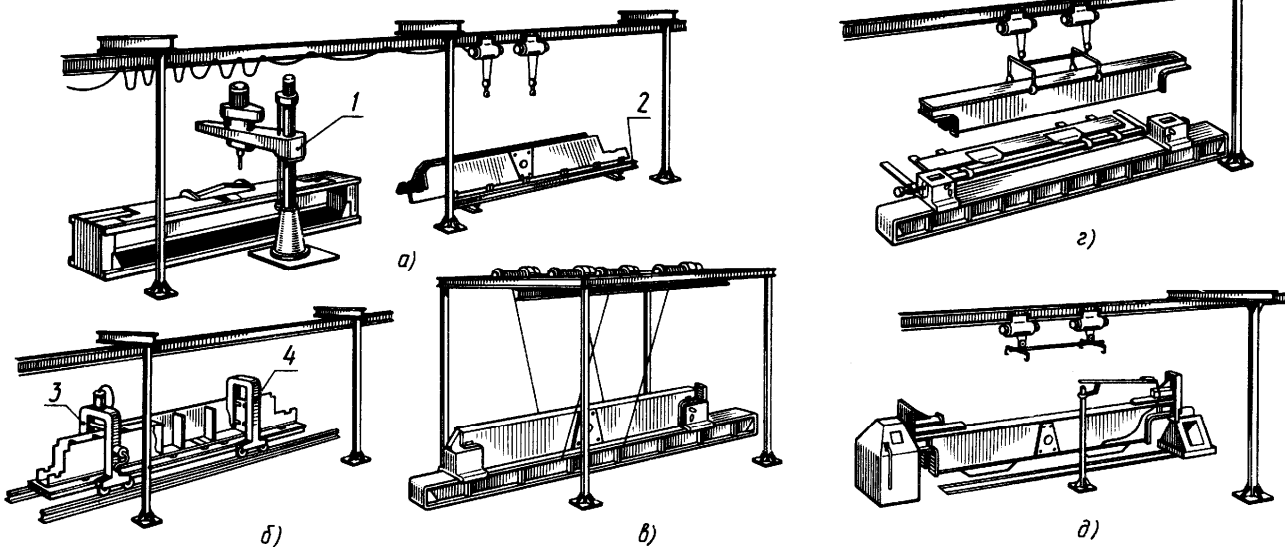


Рис. 6. Участки поточной линии сборки и сварки концевой балки

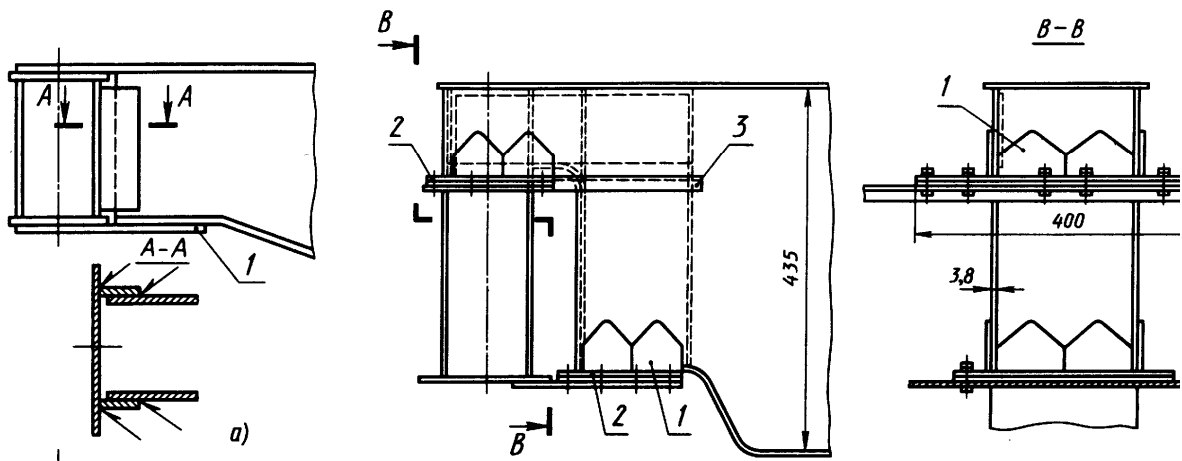


Рис. 2. Болтовой вариант соединения

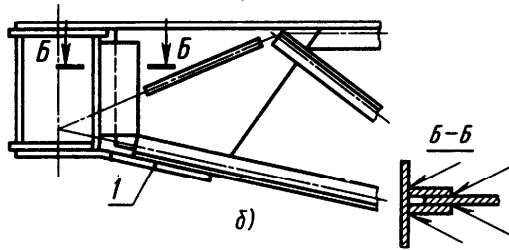


Рис. 1. Сварной вариант соединения
Вид Г

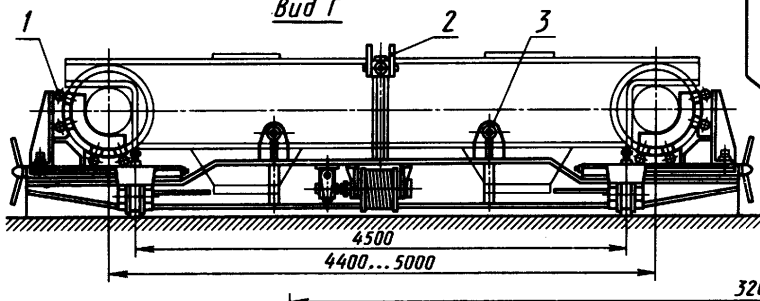


Рис. 3. Вид болтового соединения

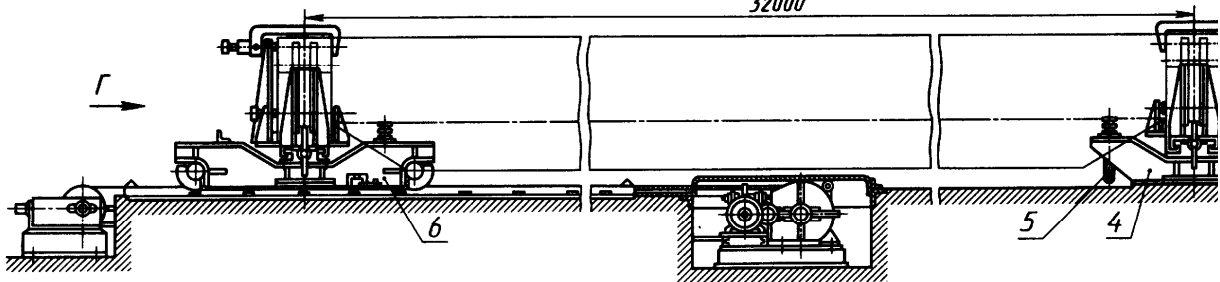


Рис. 4. Установка для сборки мостов кранов

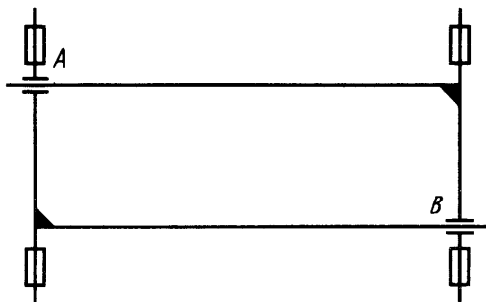


Рис. 5. Схема соединений статически определимого крана

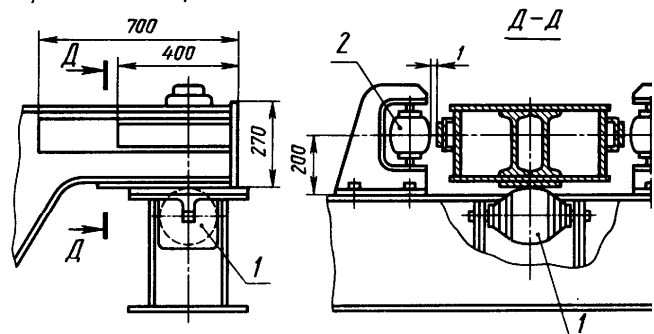


Рис. 6. Опорный узел статически определимого моста крана

Соединение главной и концевой балок

Лист

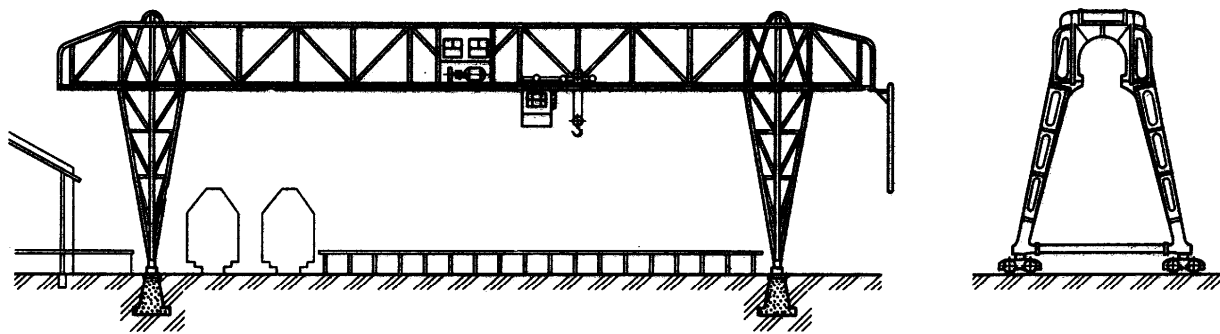


Рис. 1. Казловый кран (мостовой перегружатель)

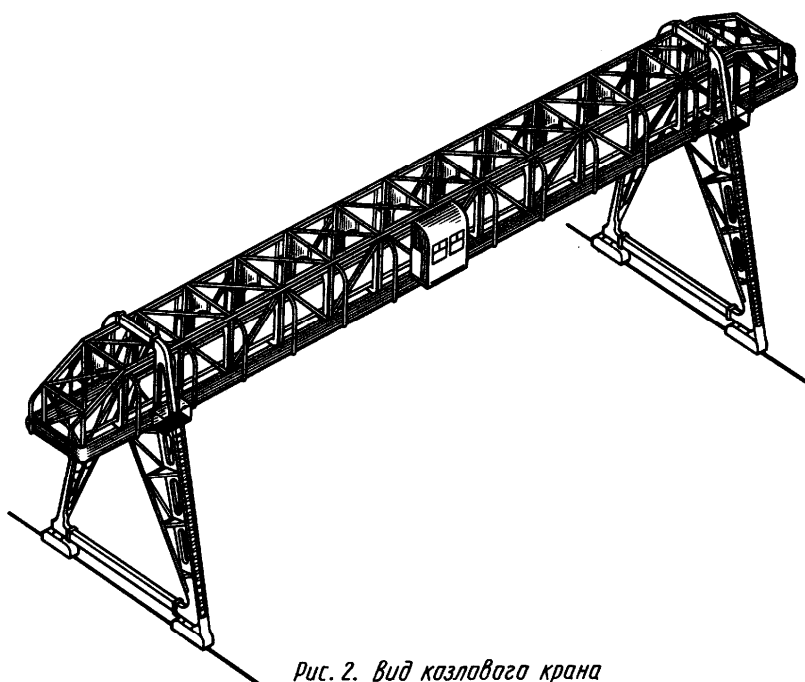


Рис. 2. Вид казлового крана

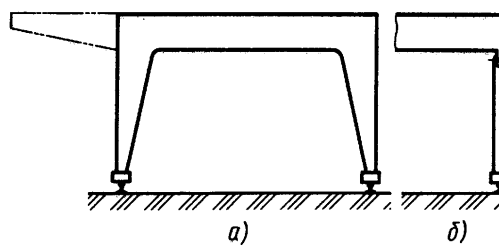


Рис. 3. Схемы прикрепления опорных ног

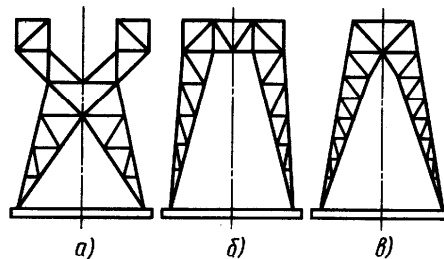


Рис. 4. Конструктивные схемы опорных ног

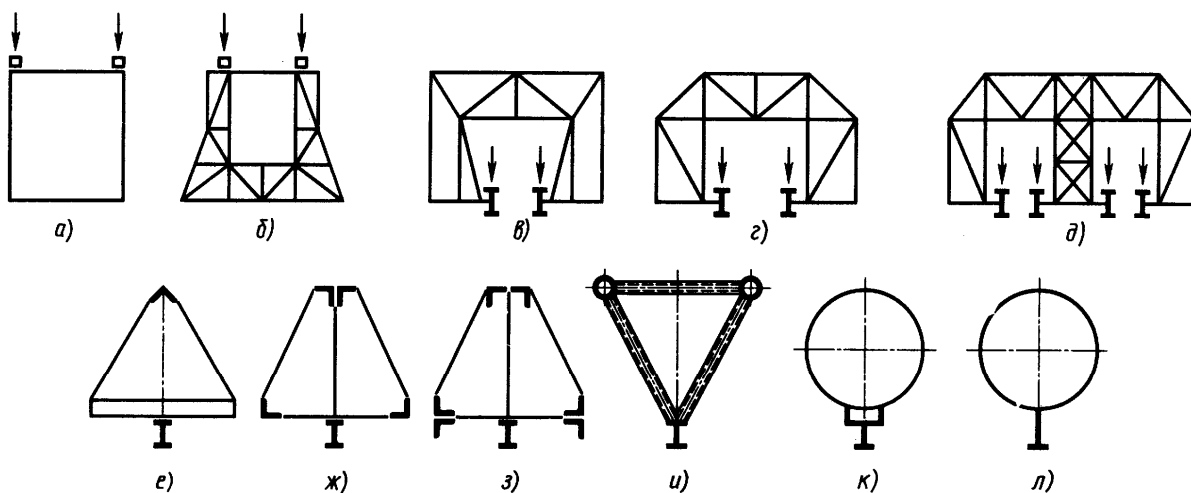


Рис. 5. Типы сечений пралетных строений казловых кранов и перегрузочных мастов

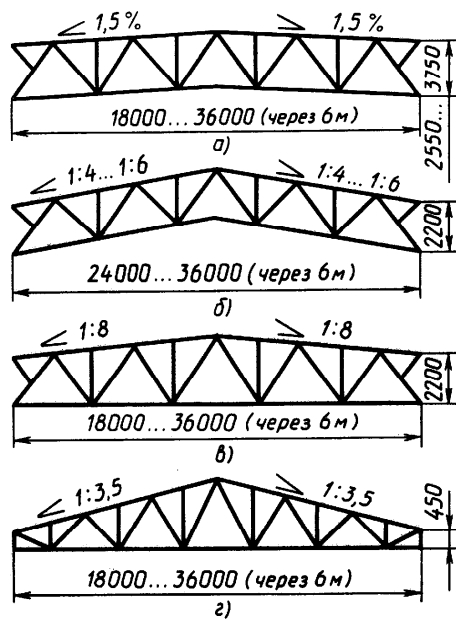


Рис. 1. Схемы ферм

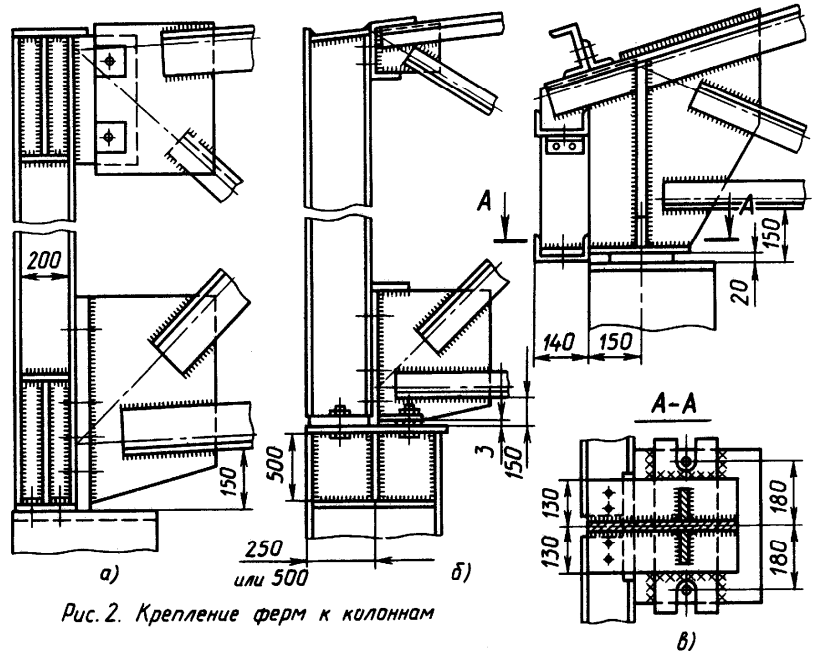


Рис. 2. Крепление ферм к колоннам

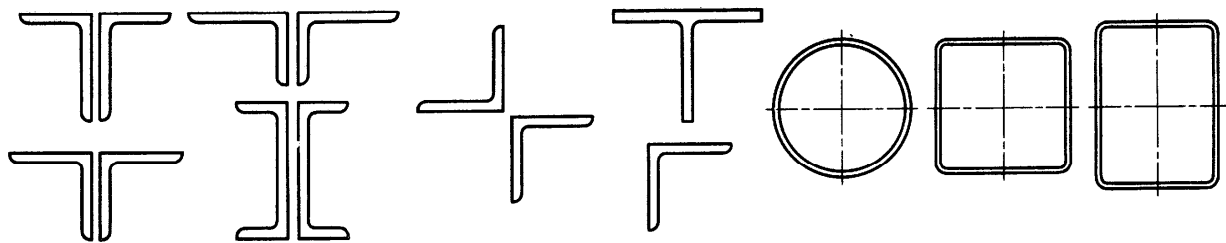


Рис. 3. Типы сечений элементов ферм

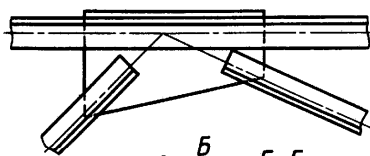


Рис. 4. Центрирование стержней в узлах фермы

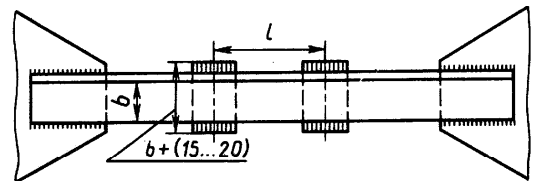


Рис. 5. Расположение прокладок в составных элементах

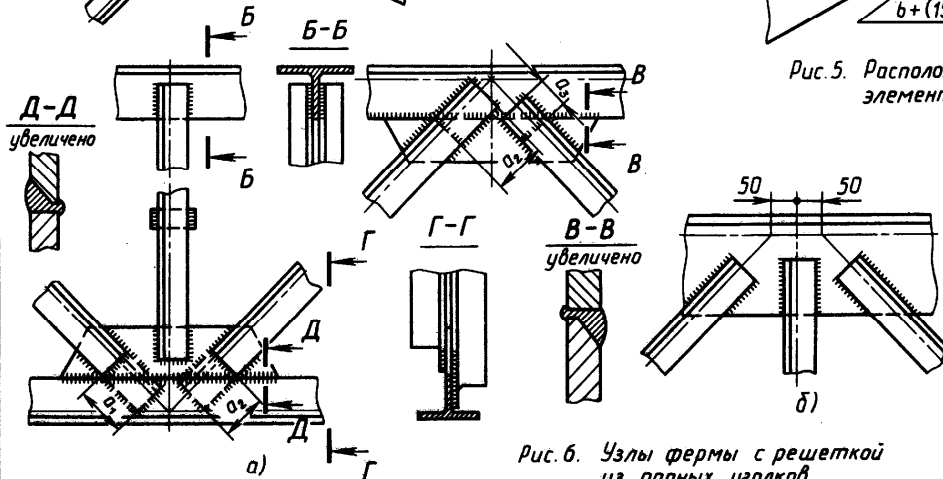


Рис. 6. Узлы фермы с решеткой из парных уголков

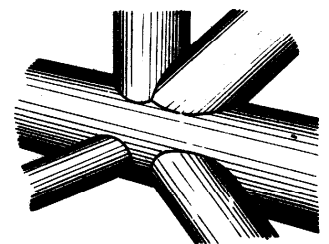


Рис. 7. Соединение труб, подготовленное к сварке

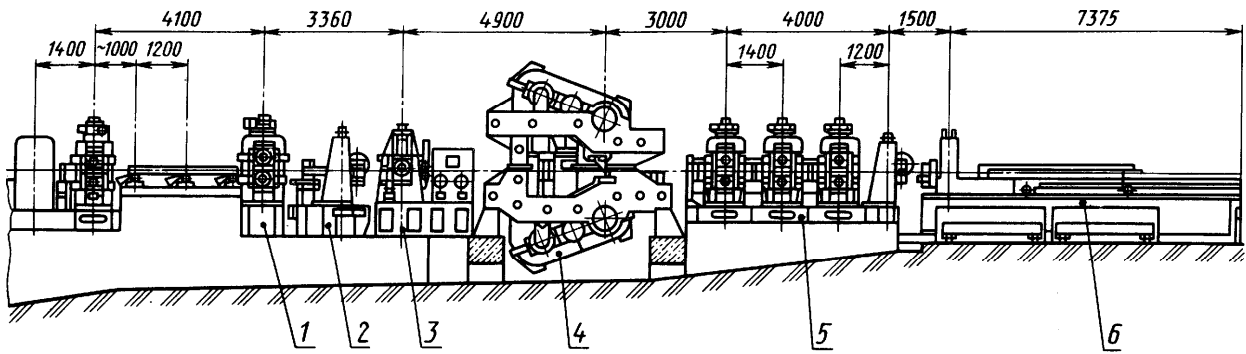


Рис. 8. Схема расположения оборудования для высокочастотной сварки замкнутых холодогнутых профилей

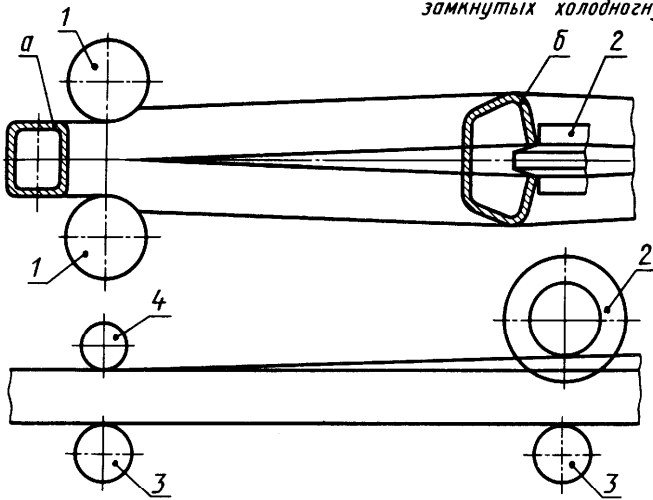


Рис. 9. Схема формовки профилей

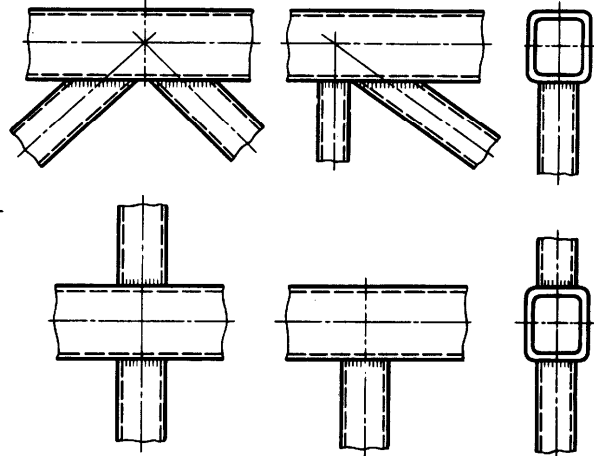


Рис. 10. Бескосыночные узлы

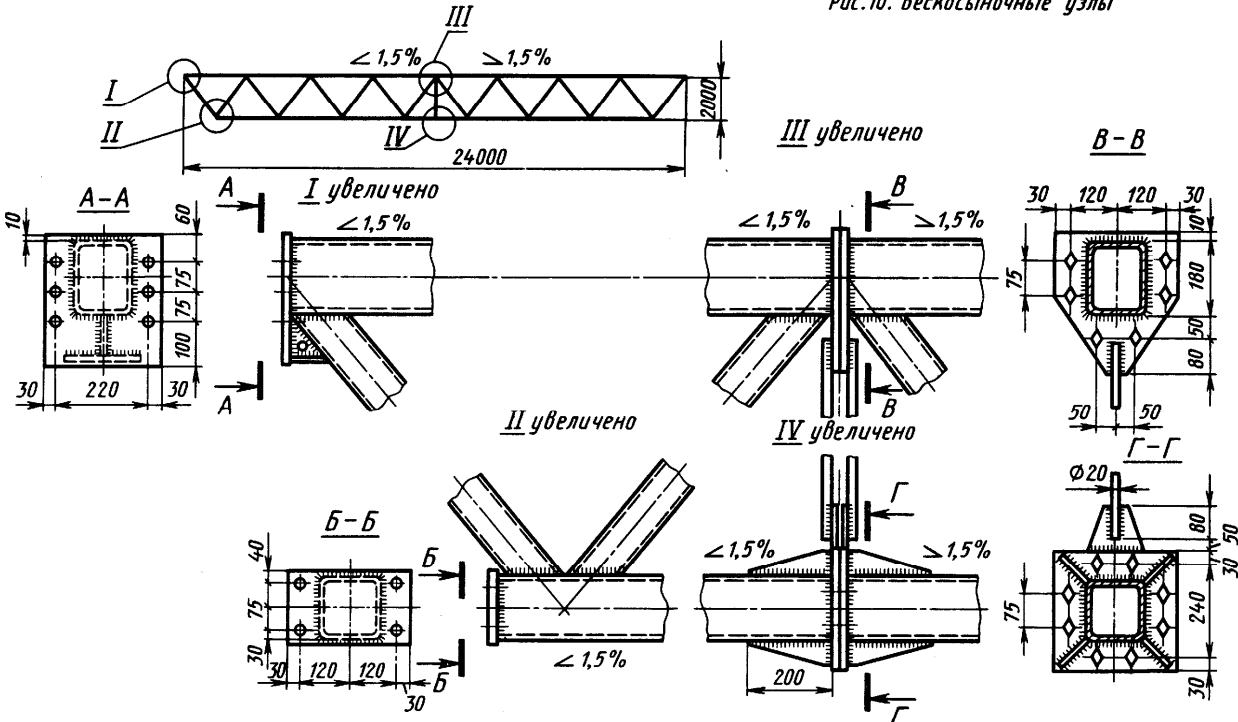


Рис. 11. Стропильная ферма пролетом 24м из прямоугольных труб

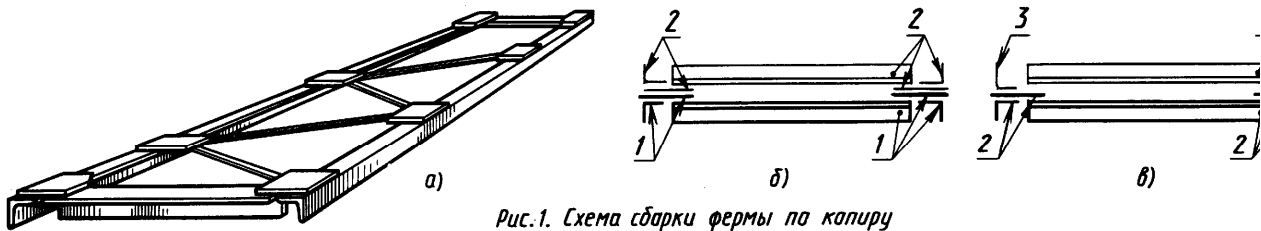


Рис.1. Схема сборки фермы по копиру

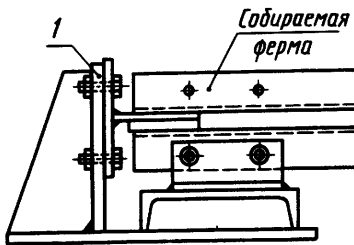


Рис.2. Копир с фиксатором для сборки фермы

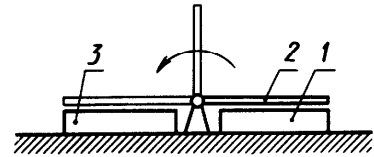


Рис.3. Схема устройства для сборки и сварки ферм

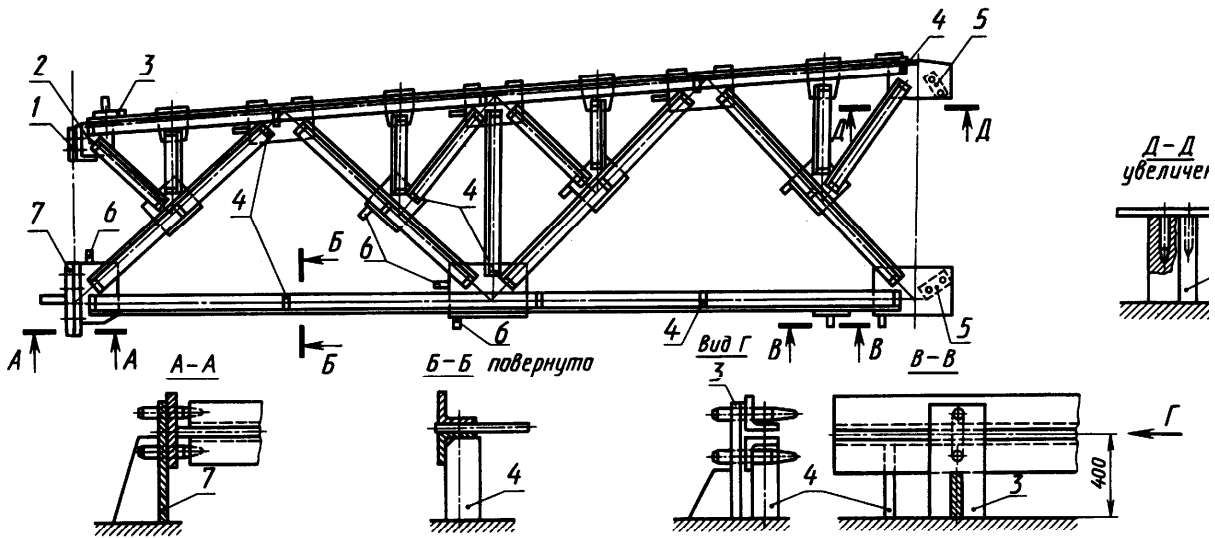


Рис.4. Сборка фермы в кондукторе

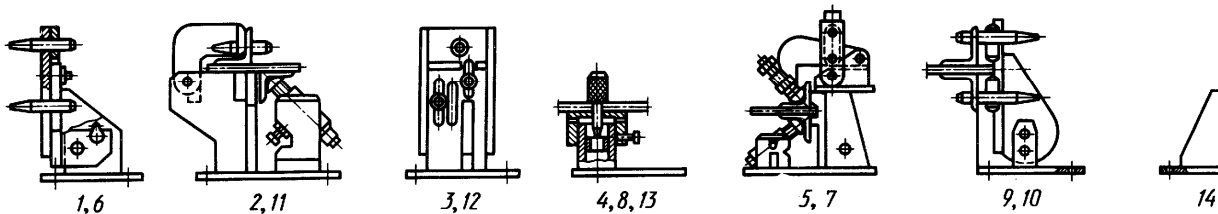
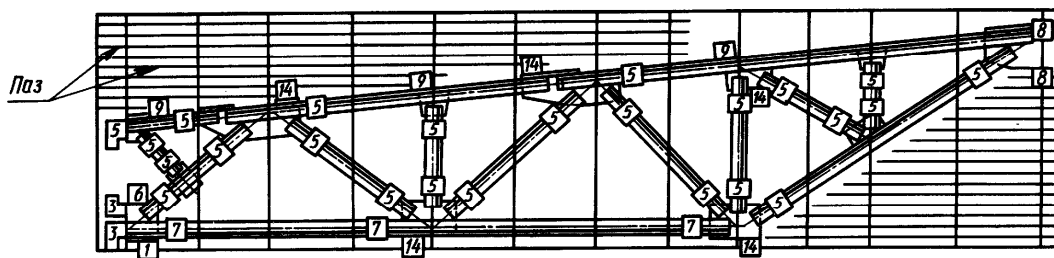


Рис.5. Кондуктор для ферм с применением универсально-сборных приспособлений

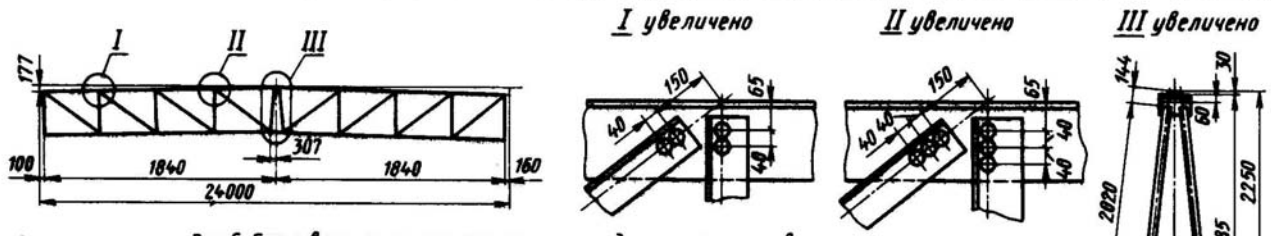


Рис. 6. Составная стропильная ферма из одиночных уголков

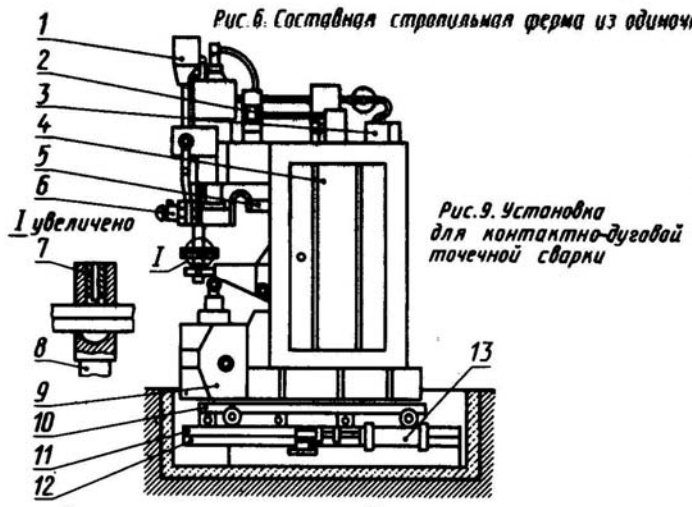


Рис. 9. Установка для контактно-дуговой точечной сварки

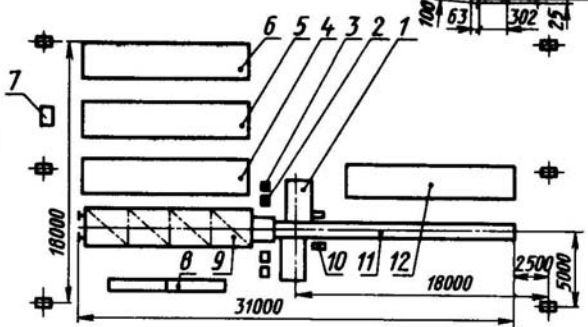


Рис. 7. План механизированного участка контактно-дуговой точечной сварки

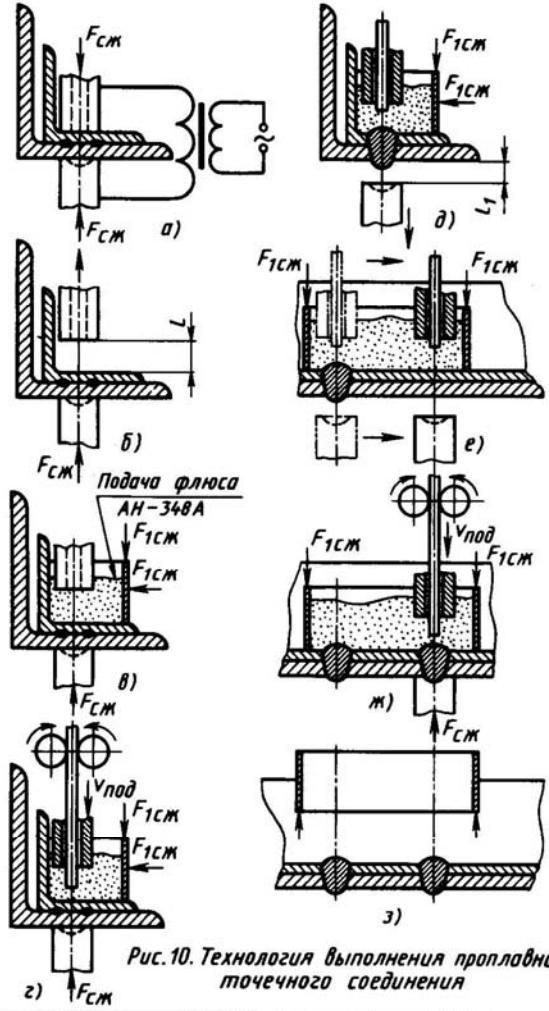


Рис. 10. Технология выполнения проплавного точечного соединения

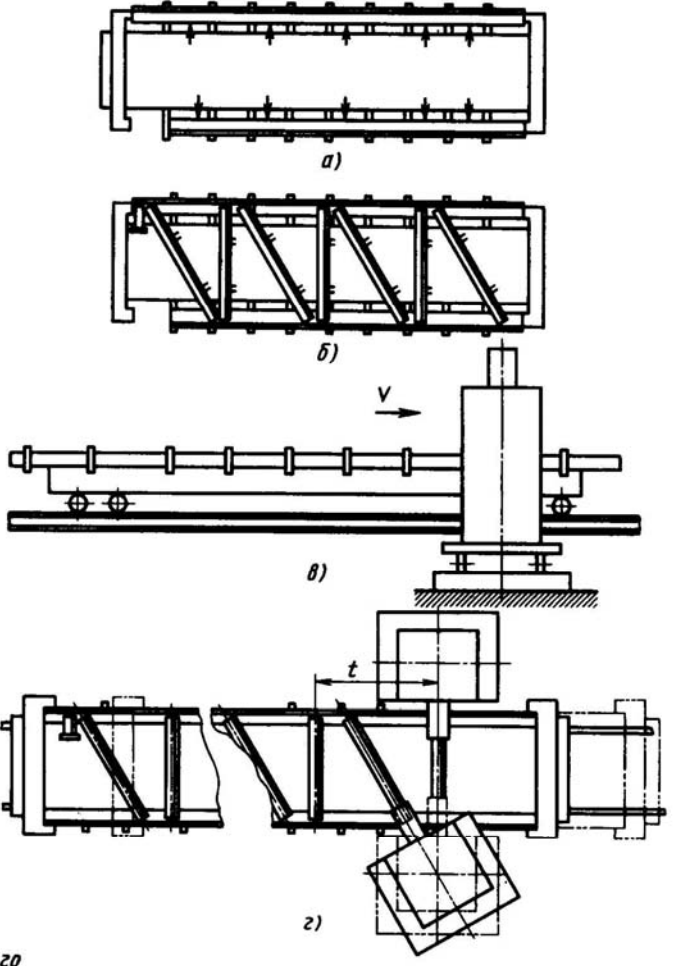


Рис. 8. Последовательность сборочно-сварочных операций

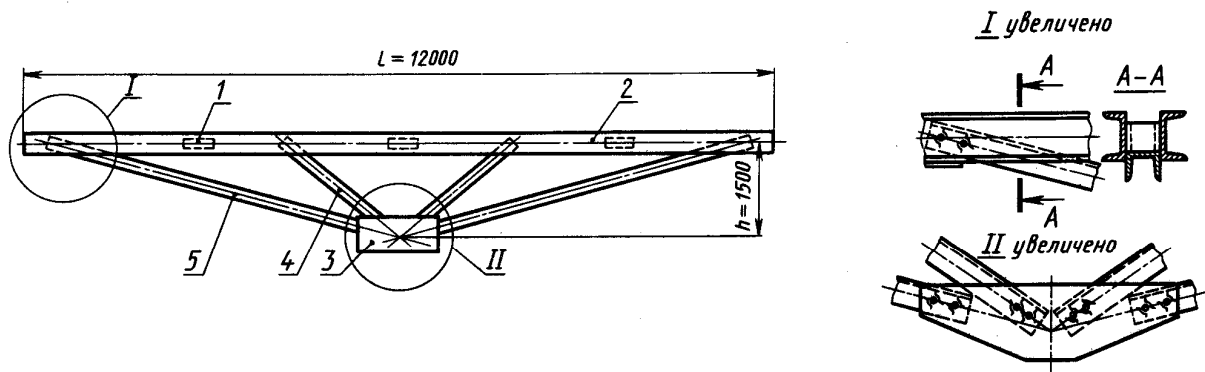


Рис.11. Стропильная ферма, свариваемая точечной контактной сваркой

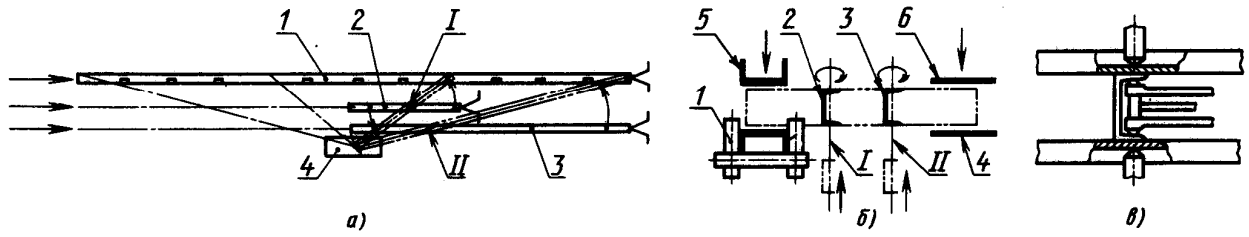


Рис.12. Схема сборки и сварки стропильной фермы

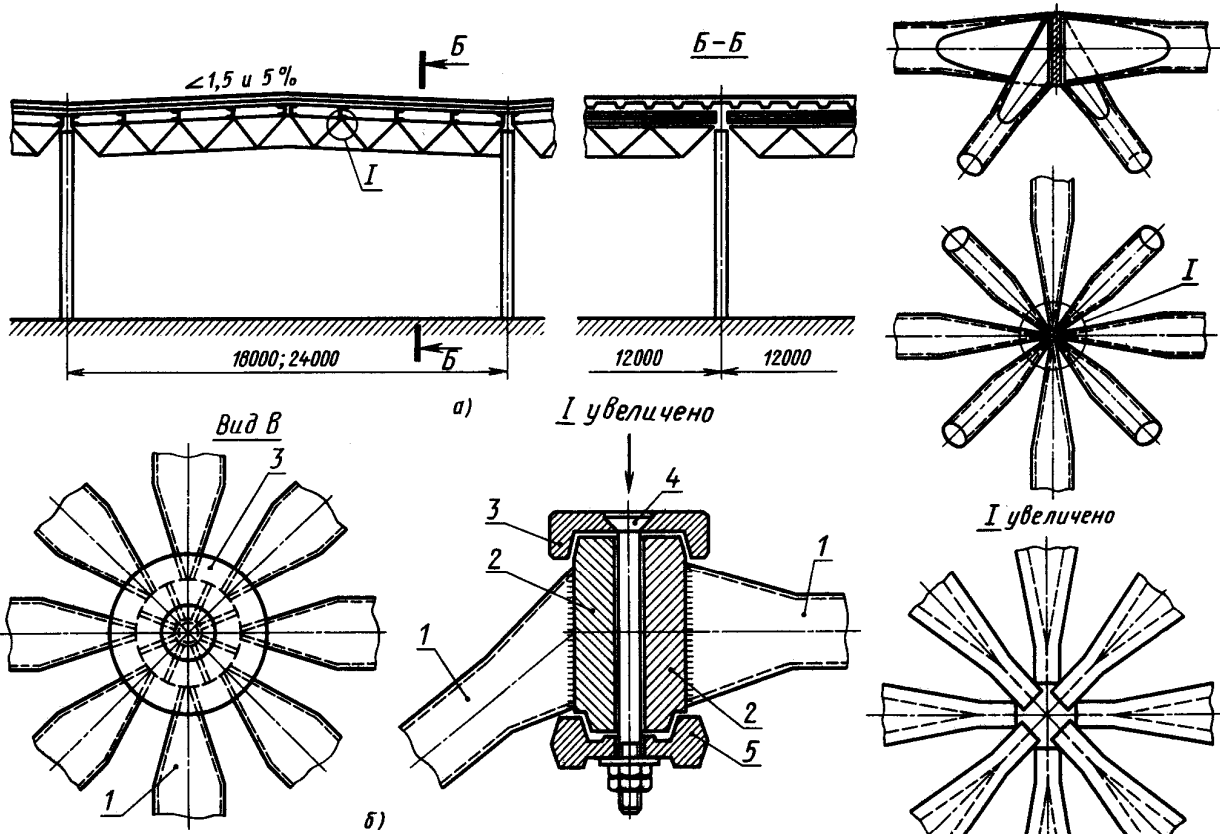


Рис.13. Пространственное покрытие типа „берлин“

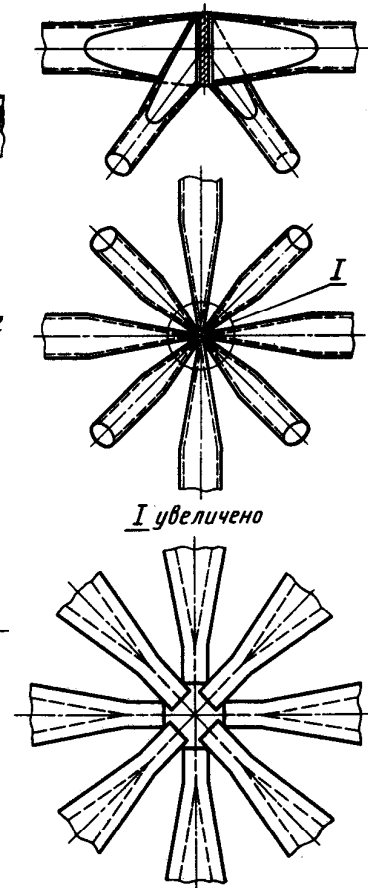


Рис.14. Узел пространственного покрытия

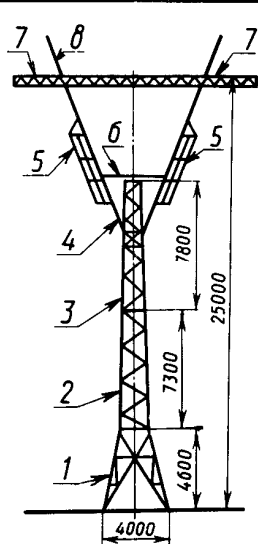


Рис. 1. Схема опоры ЛЭП

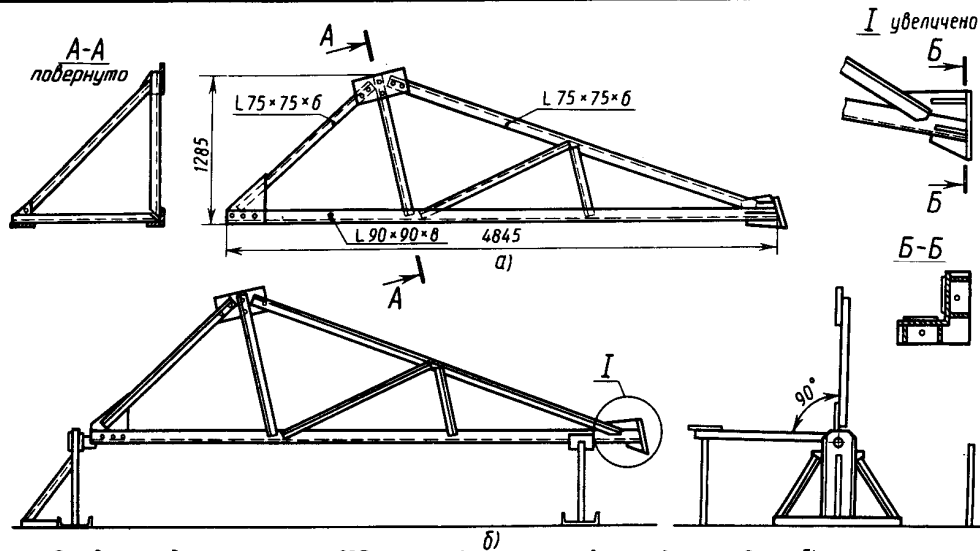


Рис. 2. Нижний элемент опоры ЛЭП (а) и кондуктор-нантователь для его сборки (б)

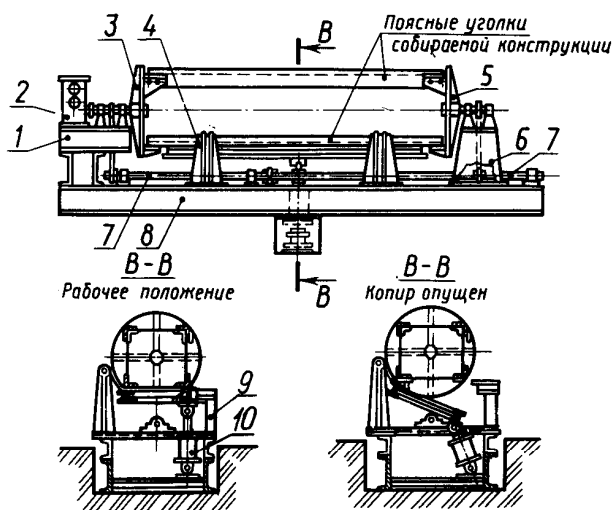


Рис. 3. Кондуктор-нантователь для сборки секций опор

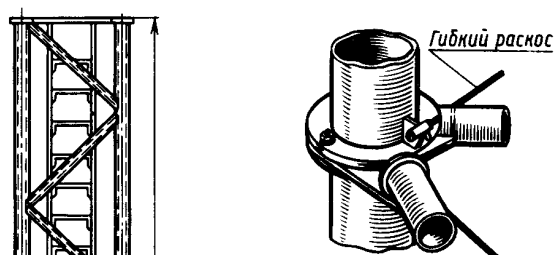


Рис. 5. Фланцевое соединение распорок с поясами

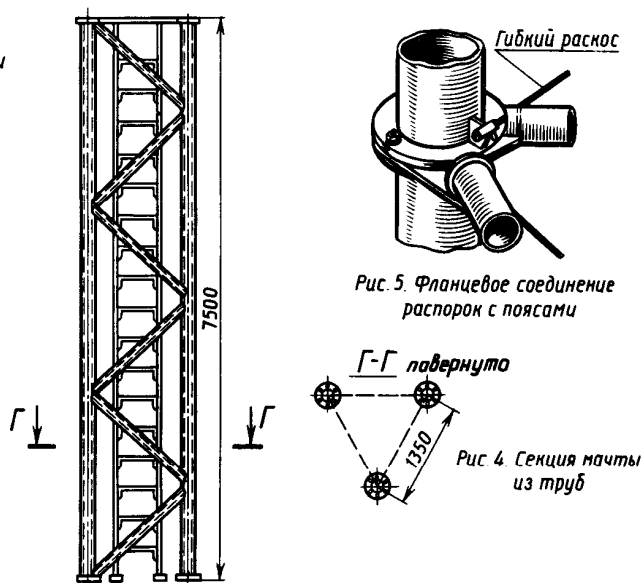


Рис. 4. Секция мачты из труб

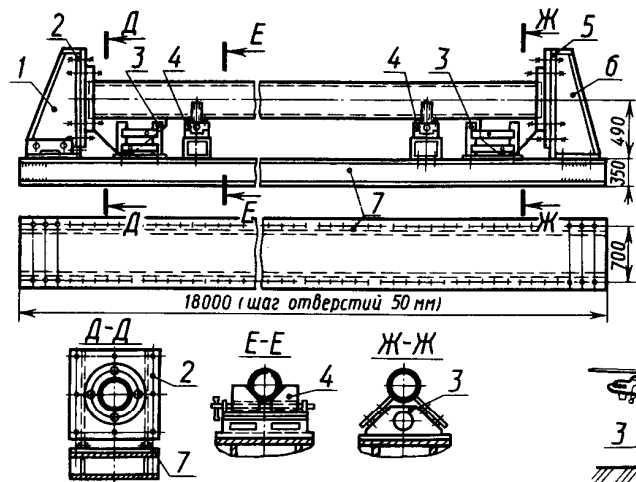


Рис. 6. Кондуктор для сборки элементов поясов башен

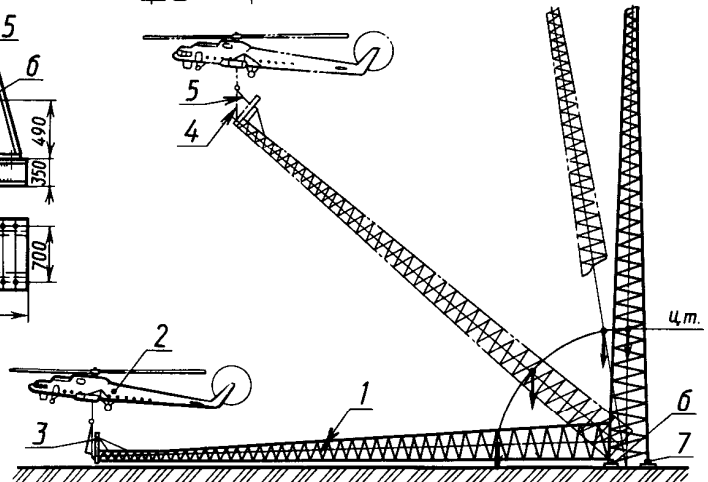


Рис. 7. Схема монтажа башни с применением вертолета

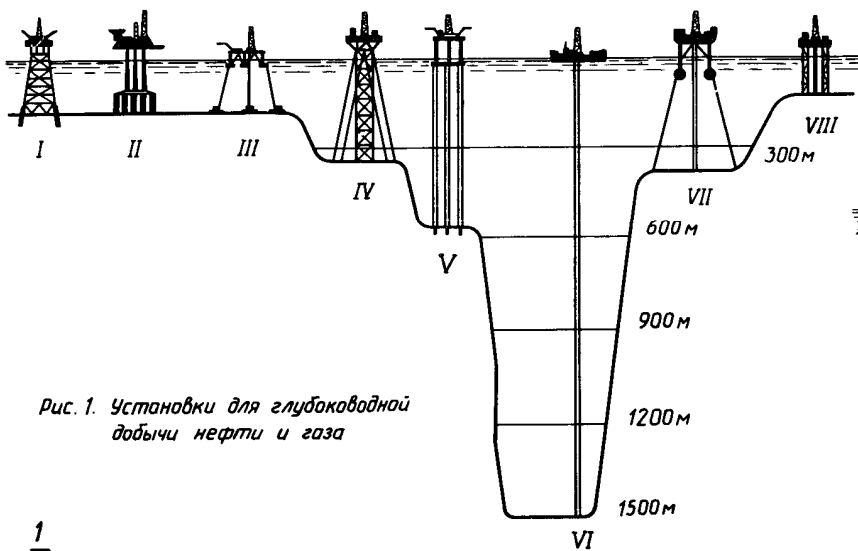


Рис. 1. Установки для глубоководной добычи нефти и газа

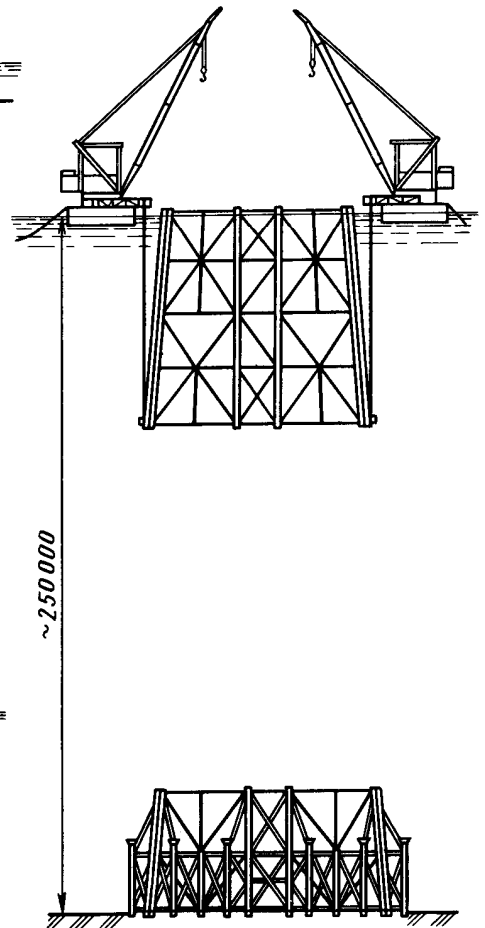


Рис. 3. Схема вертикальной стыковки секций опорного блока

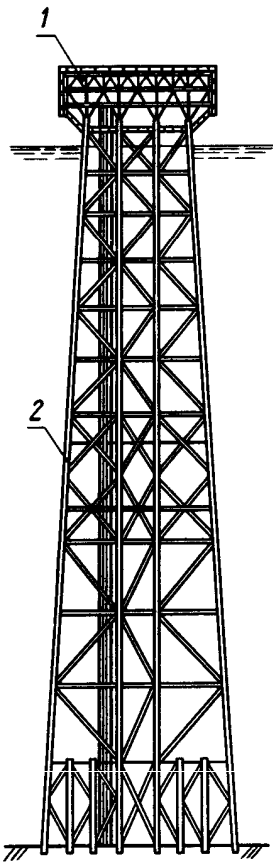


Рис. 2. Стационарное основание морской буровой платформы на глубине 250 м

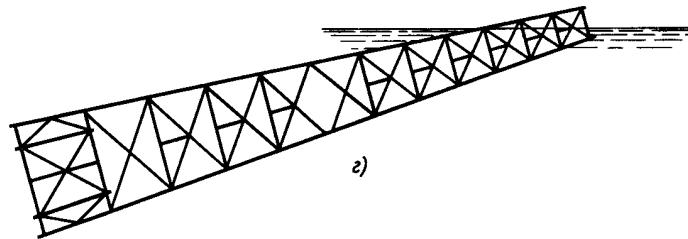
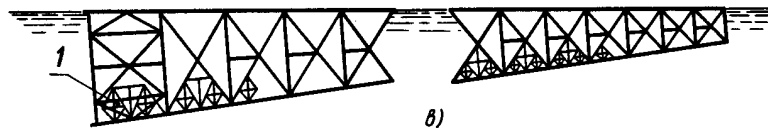
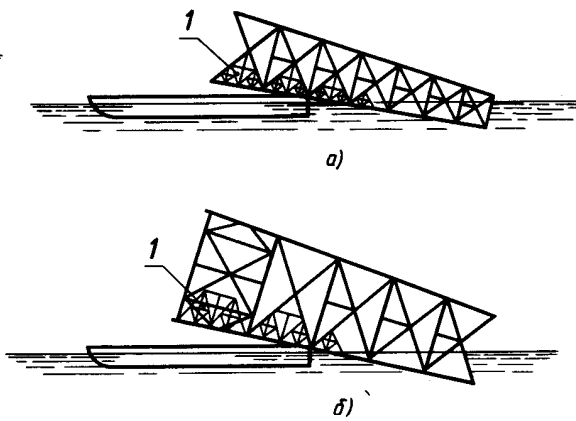
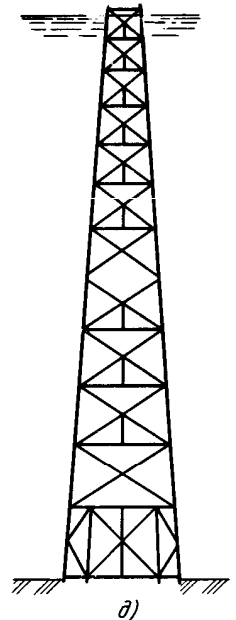


Рис. 4. Последовательность операций при способе горизонтальной стыковки секций опорного блока



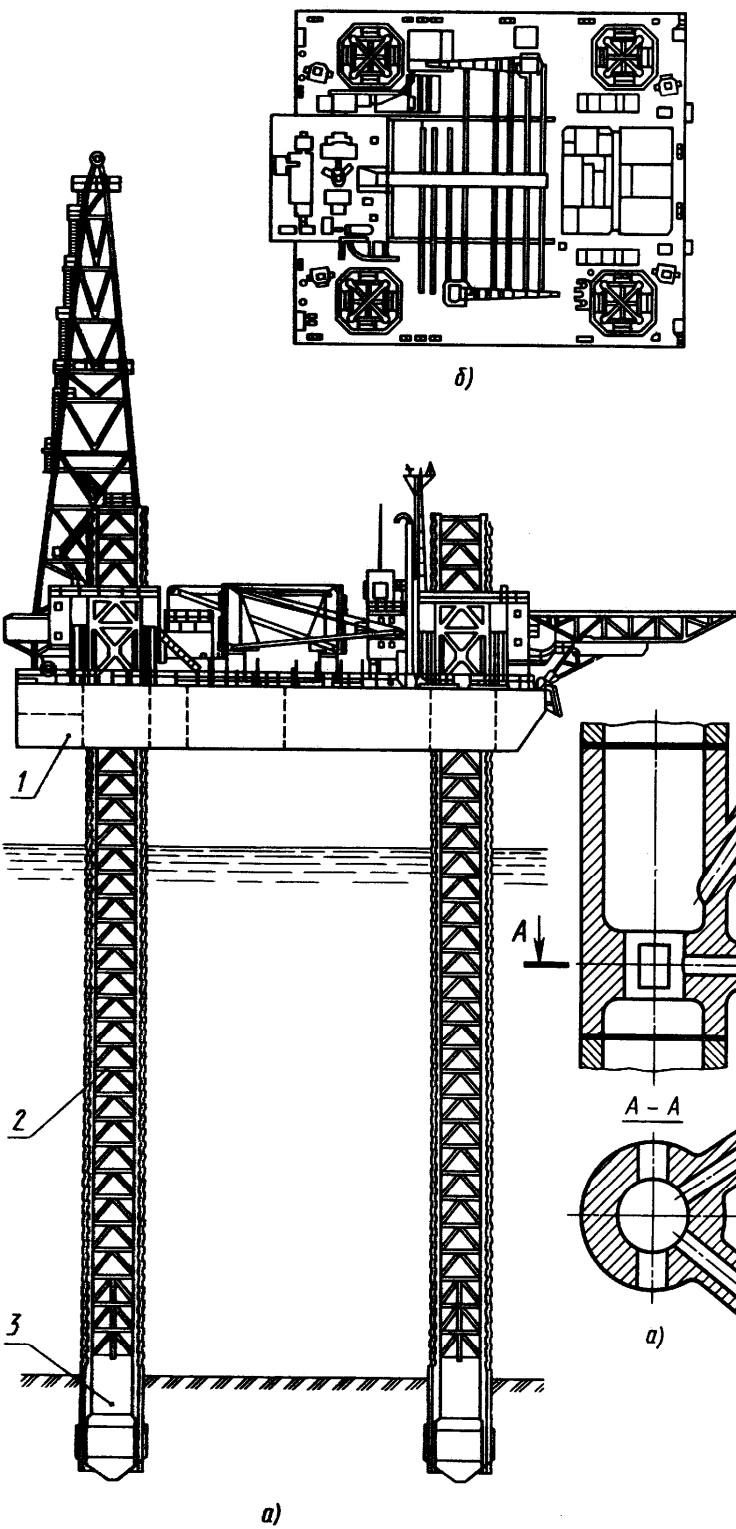


Рис.1. Плавучая буровая установка с четырьмя опорными колоннами

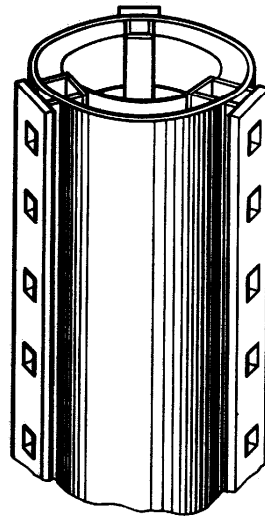


Рис.2. Цилиндрическая опорная колонна с выступающими рейками

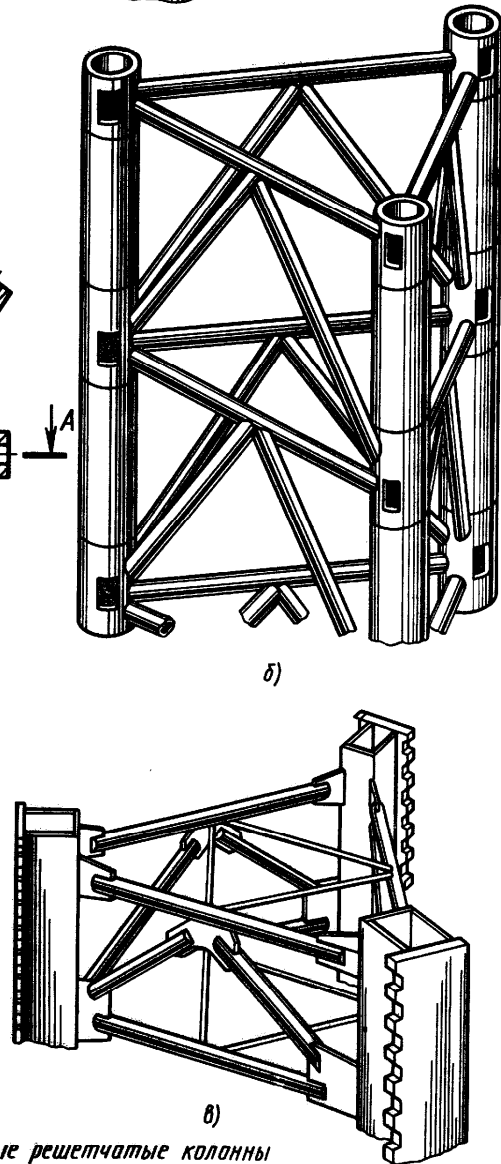


Рис.3. Трехгранные решетчатые колонны

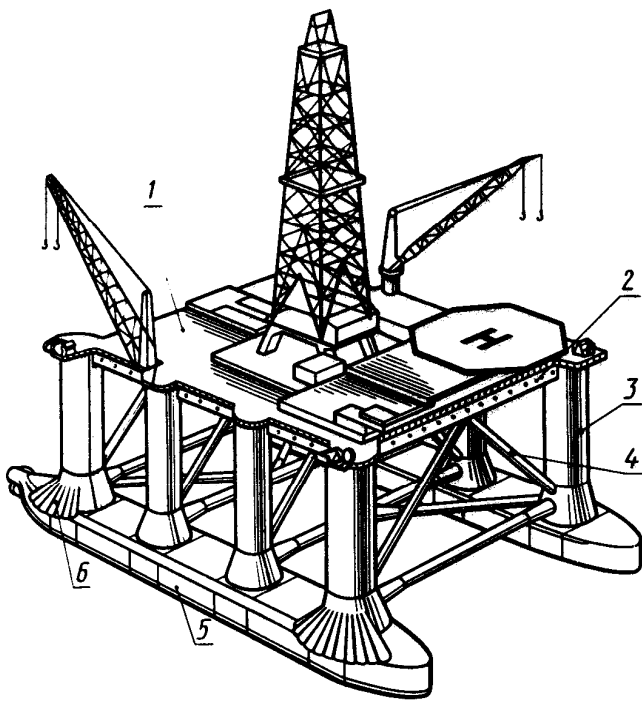


Рис. 1. ППБУ „Акер-НЗ”

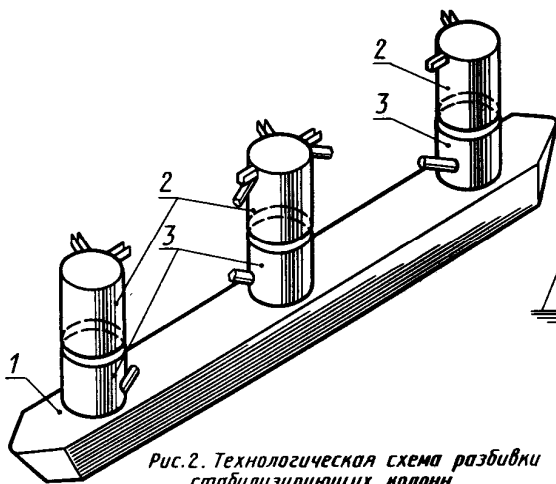


Рис. 2. Технологическая схема разбивки стабилизирующих колонн

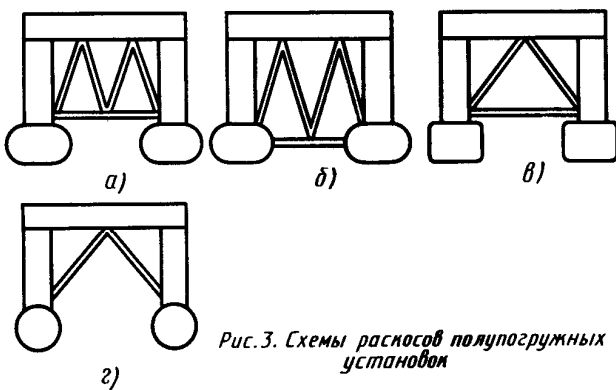


Рис. 3. Схемы раскосов полуогруженных установок

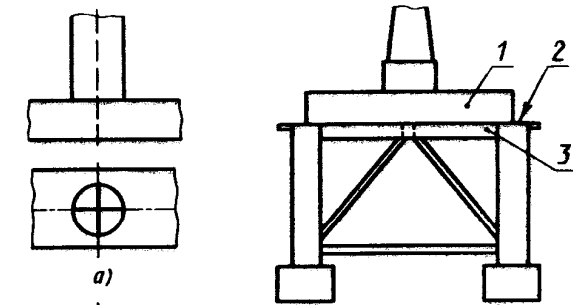


Рис. 4. Схема установки верхнего корпуса на палубные балки

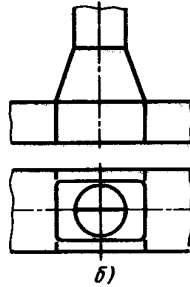


Рис. 5. Варианты передачи колонн с понтонами

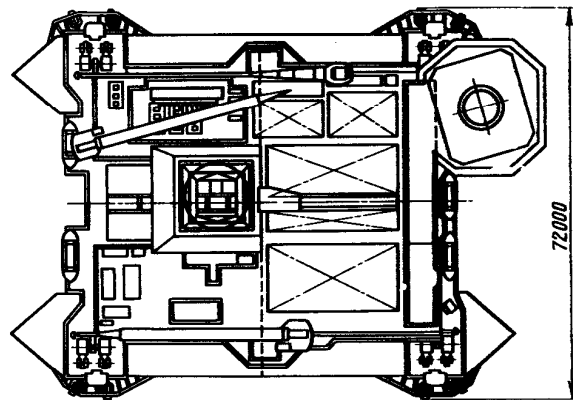
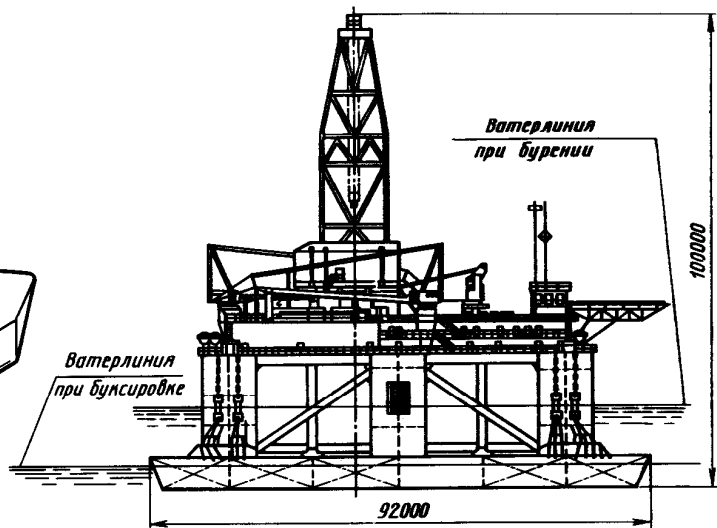


Рис. 6. ППБУ „Шельф-1”

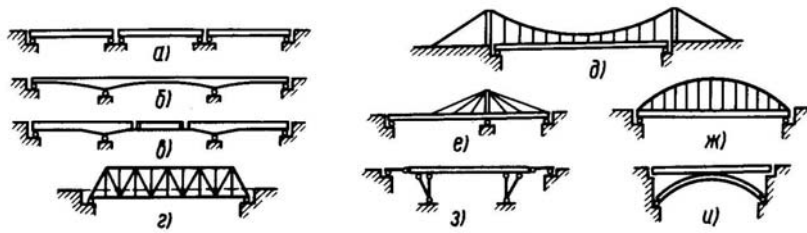


Рис. 1. Схемы стальных мостов

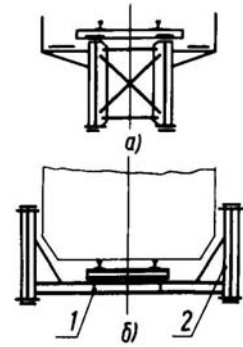


Рис. 2. Поперечные сечения пролетных строений

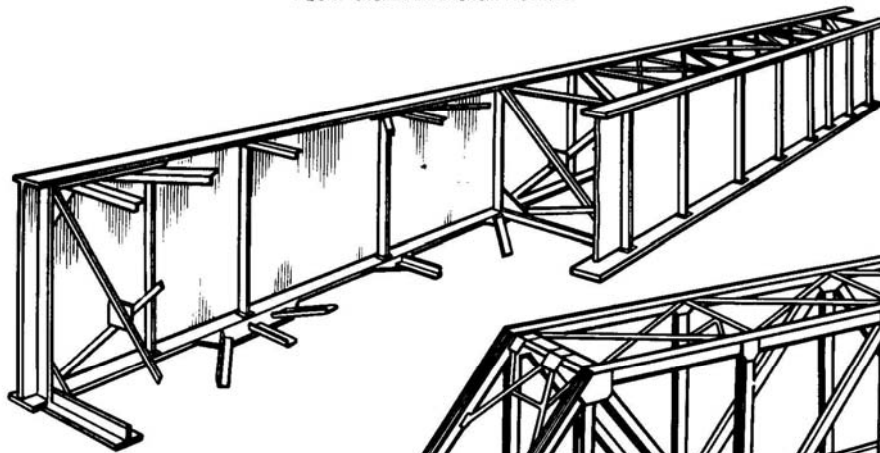


Рис. 3. Главные балки и связи пролетного строения

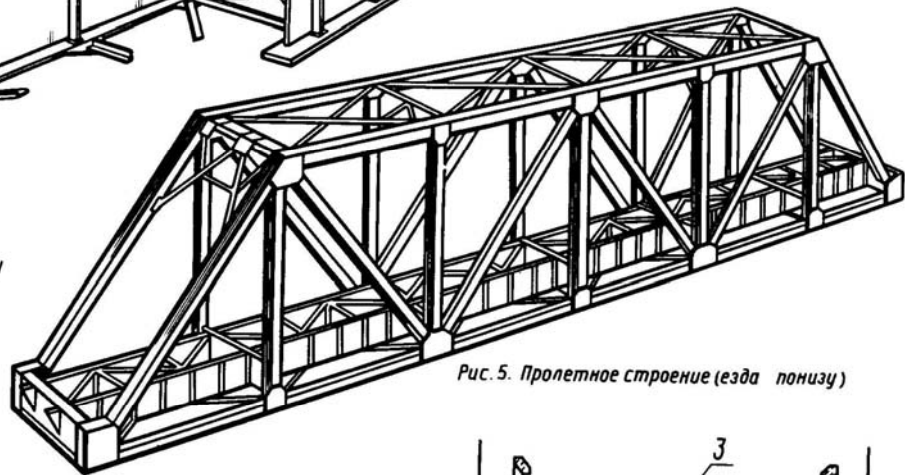


Рис. 5. Пролетное строение (езда понизу)

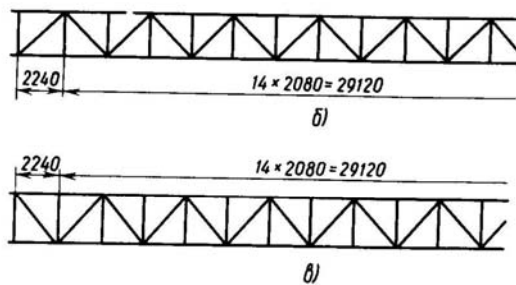
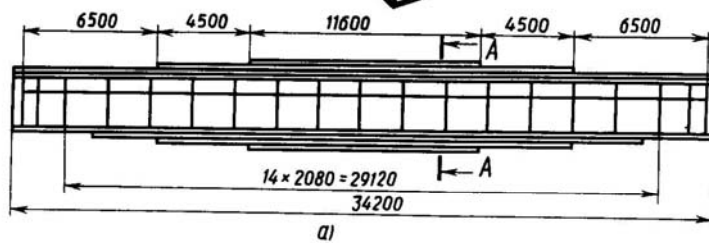


Рис. 4. Блок клепаного пролетного строения: а-фасад; б- верхние связи; в- нижние связи

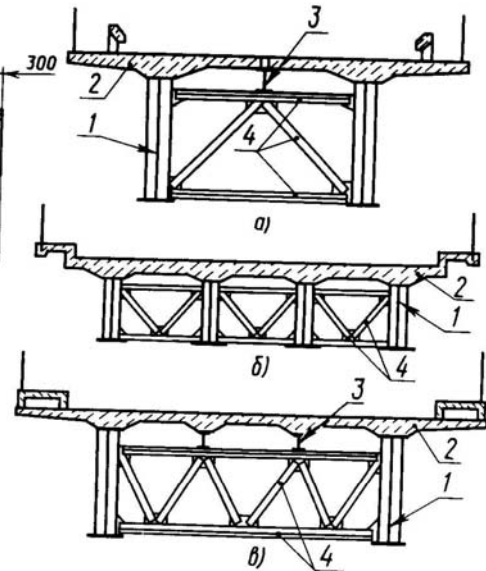


Рис. 6. Поперечные разрезы автодорожных пролетных строений с железобетонной плитой

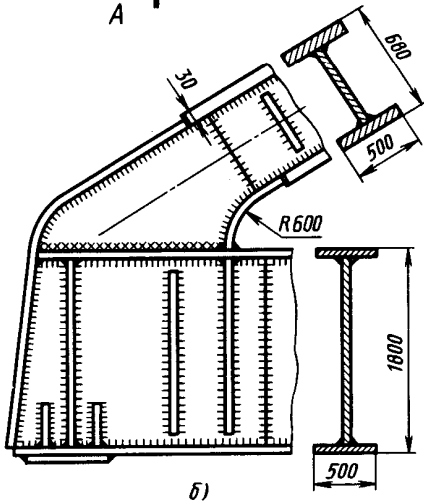
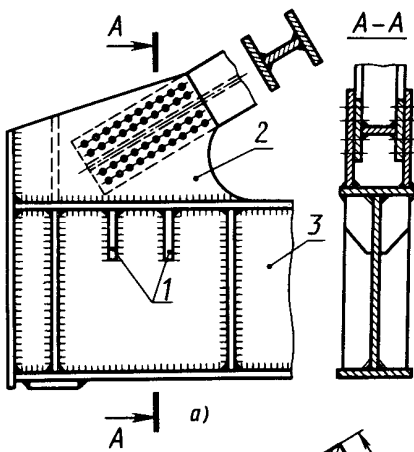


Рис. 1. Конструкция узлов прикрепления гибкой арки к балке жесткости

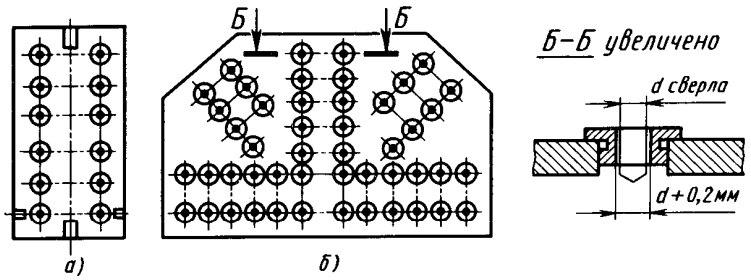


Рис. 2. Накладные кондукторы для сверления отверстий

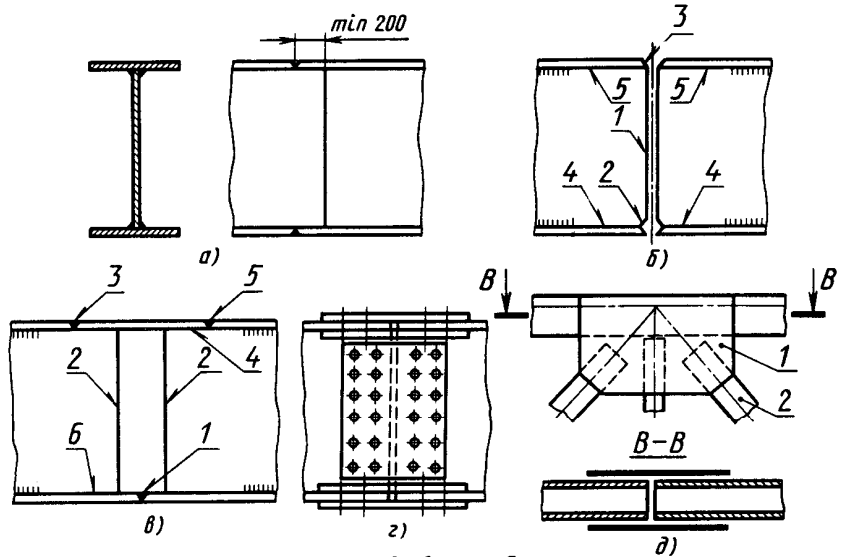


Рис. 3. Выполнение стыков сварных балок

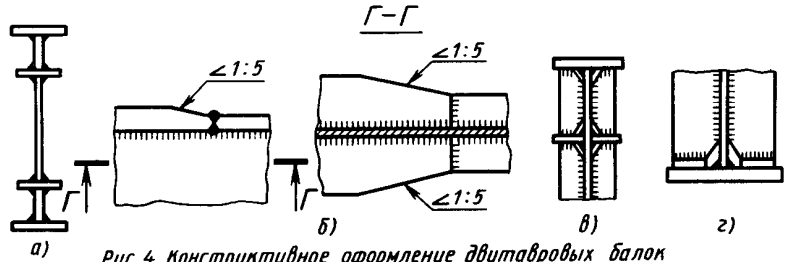


Рис. 4. Конструктивное оформление двутавровых балок

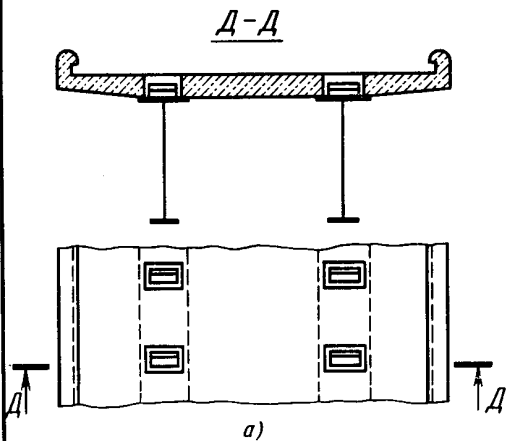
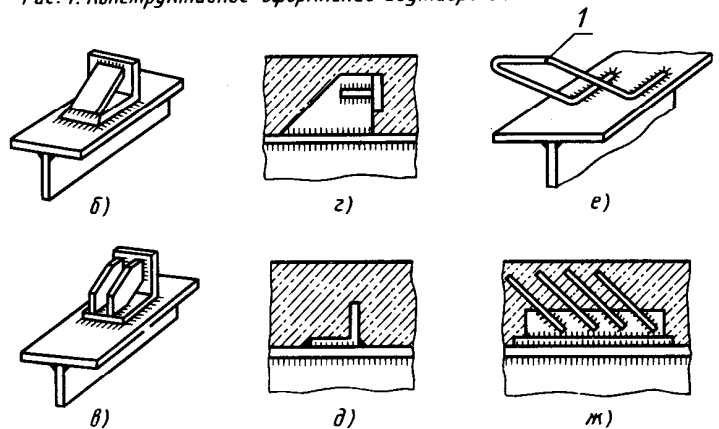


Рис. 5. Пролетное строение с железобетонной плитой и детали упоров



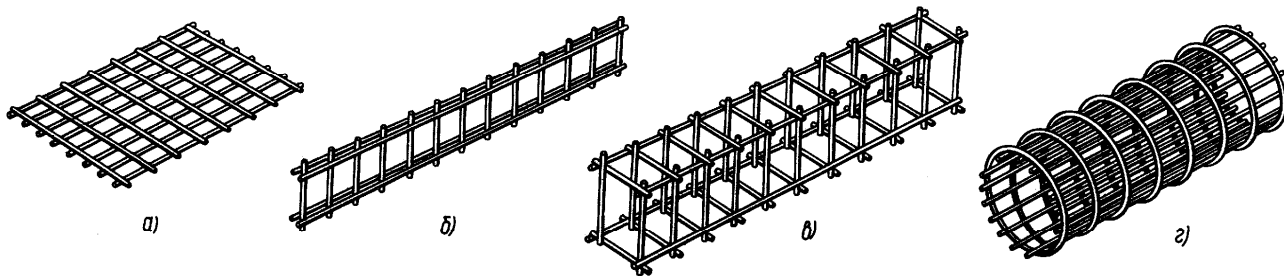


Рис.1. Примеры сварных арматурных изделий

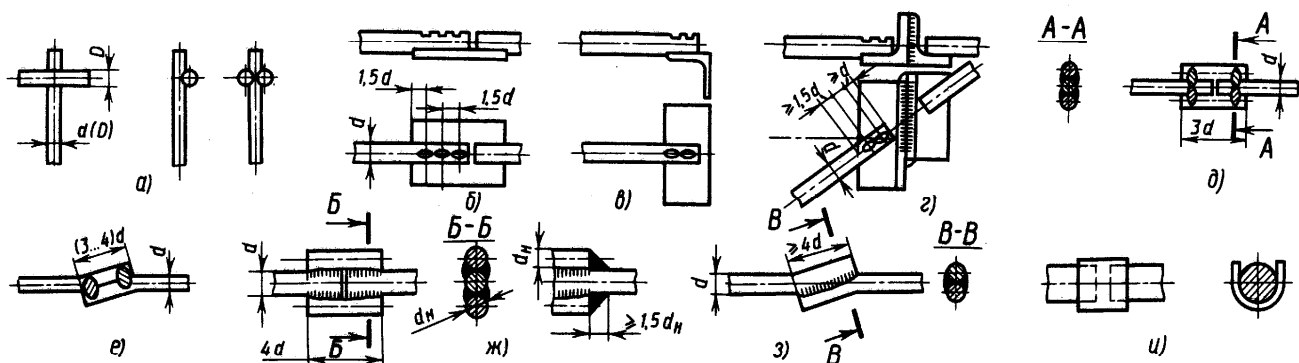


Рис.2. Примеры характерных сварных соединений

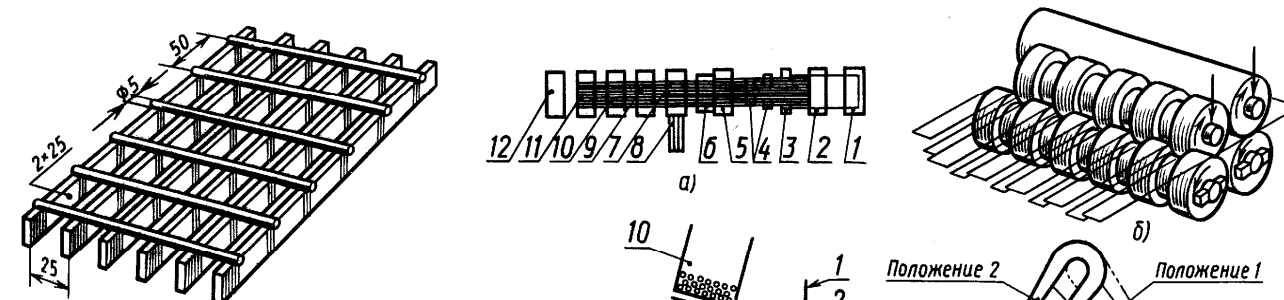


Рис.3. Элемент решетчатого настила

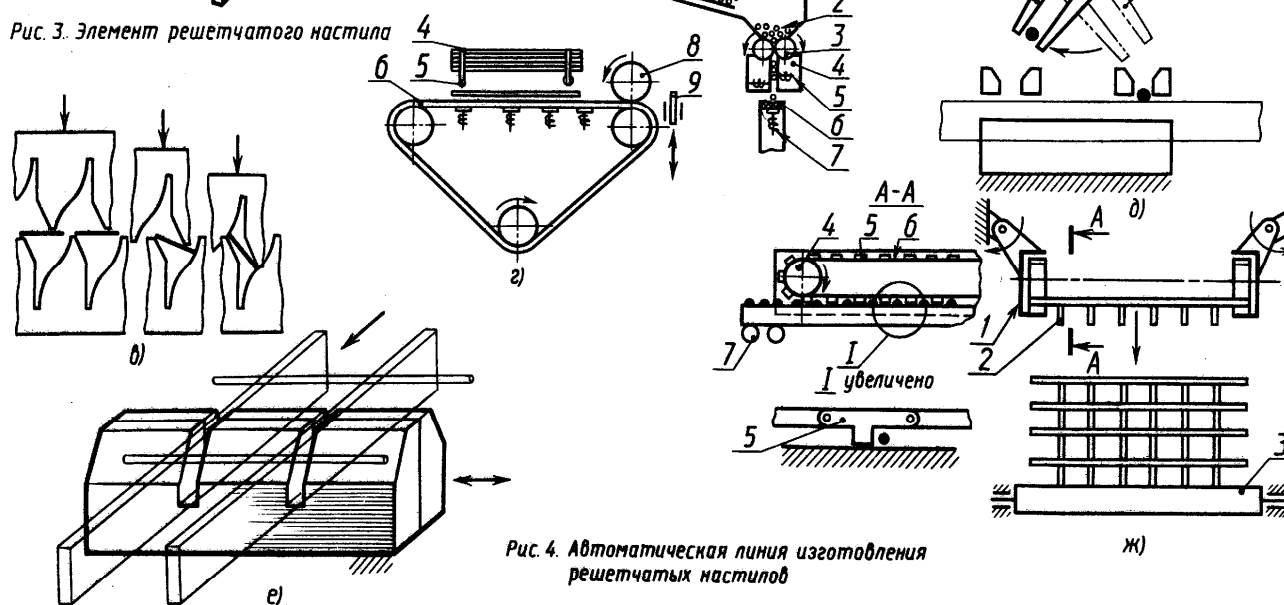


Рис.4. Автоматическая линия изготовления решетчатых настилов

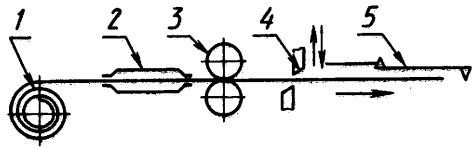


Рис. 5. Принципиальная схема автомата для правки и резки стержней

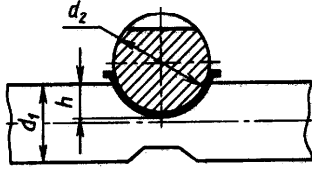


Рис. 6. Схема сварного соединения

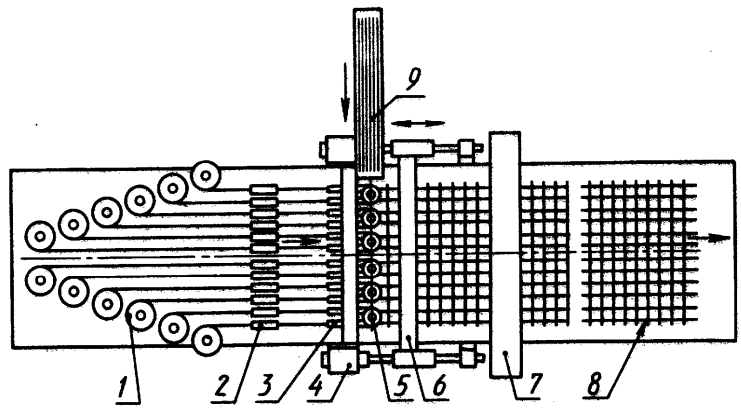
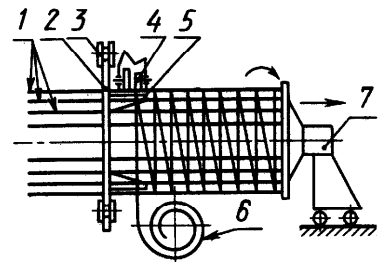
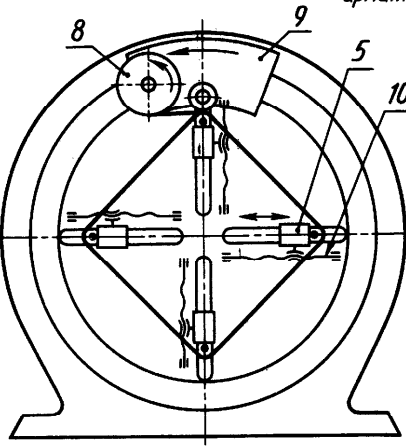
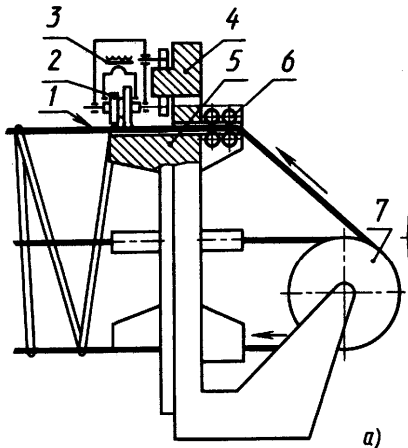


Рис. 7. Схема автоматической установки для изготовления плоских арматурных сеток



б)

Рис. 8. Схемы установок для изготовления объемных арматурных сеток

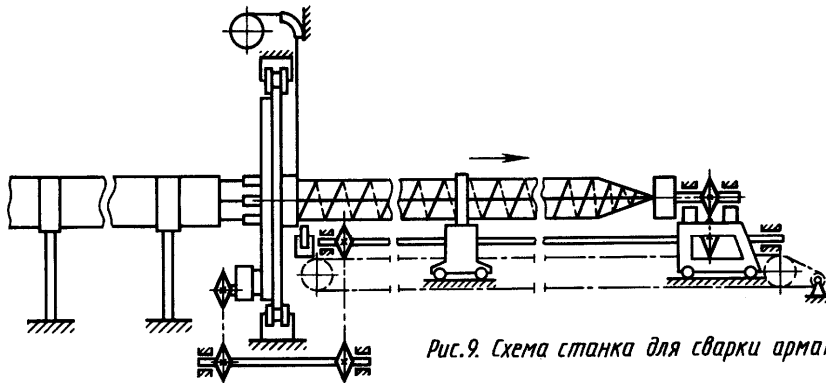


Рис. 9. Схема станка для сварки арматурных каркасов свай

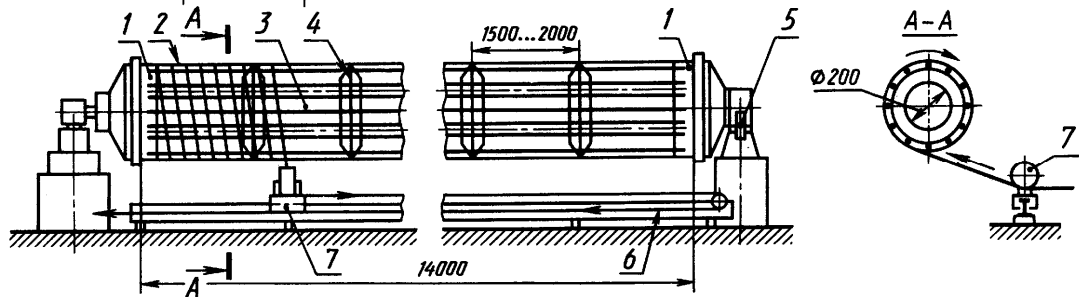


Рис. 10. Станок для изготовления арматурного каркаса свай - оболочек

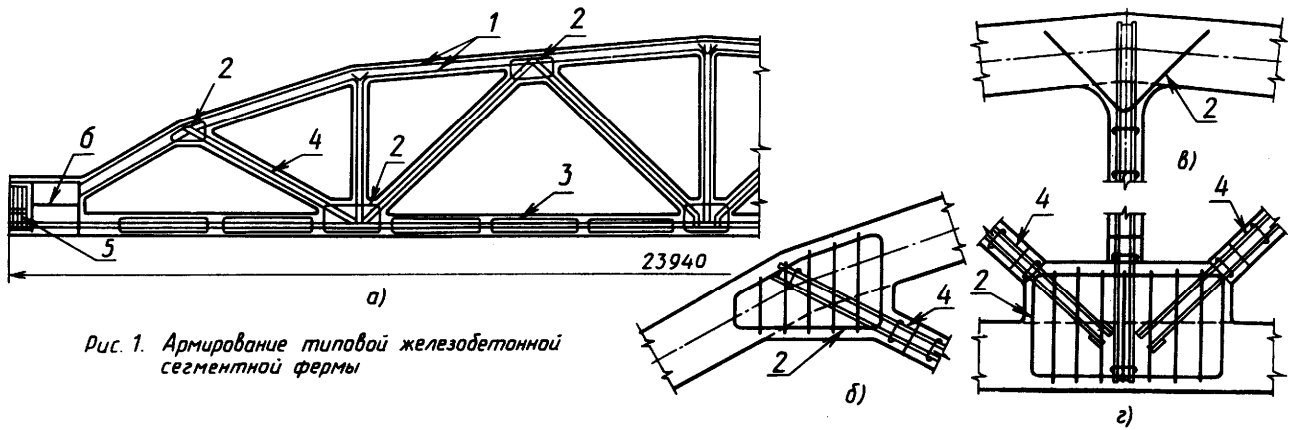


Рис. 1. Армирование типовой железобетонной сегментной фермы

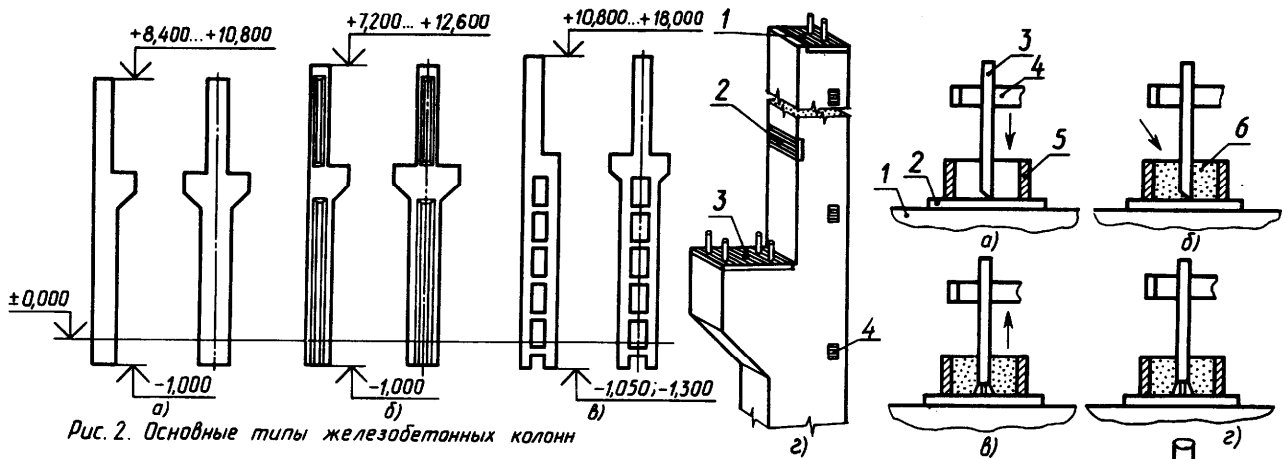


Рис. 2. Основные типы железобетонных колонн

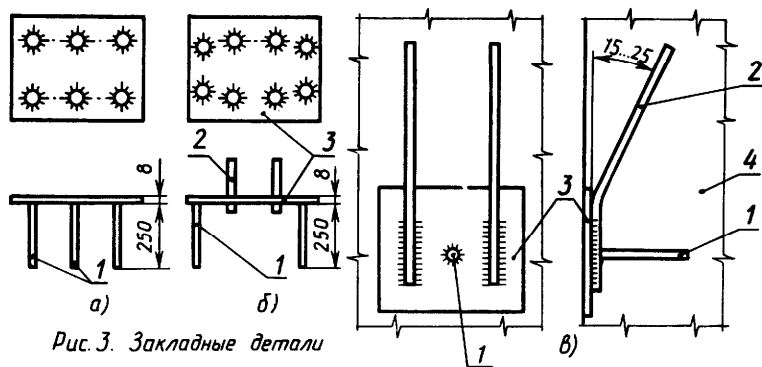


Рис. 3. Закладные детали

Рис. 4. Последовательность процесса сварки под флюсом таврового соединения

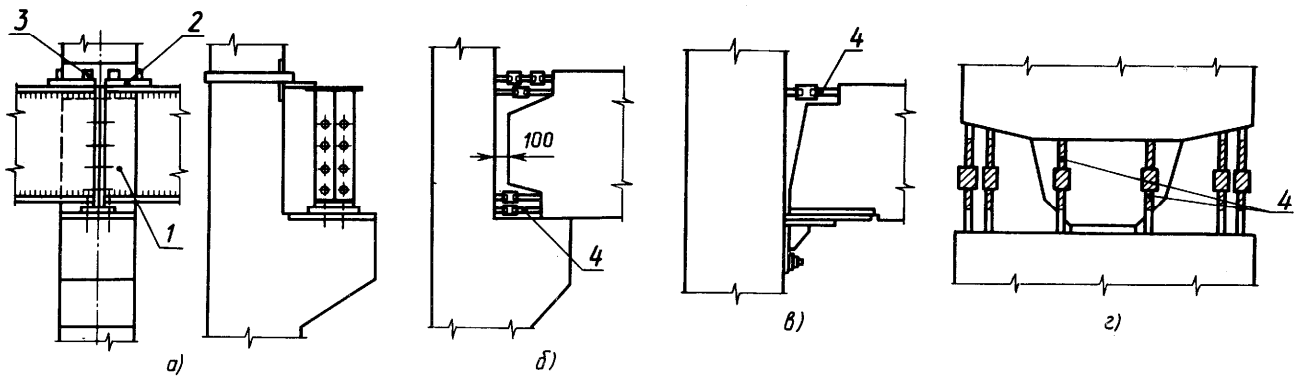


Рис. 5. Соединения балок с железобетонными колоннами

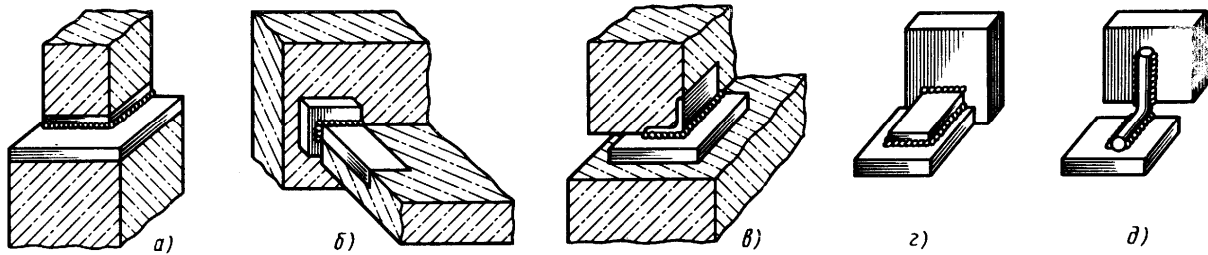


Рис.1. Монтажные сварные соединения сборных железобетонных элементов

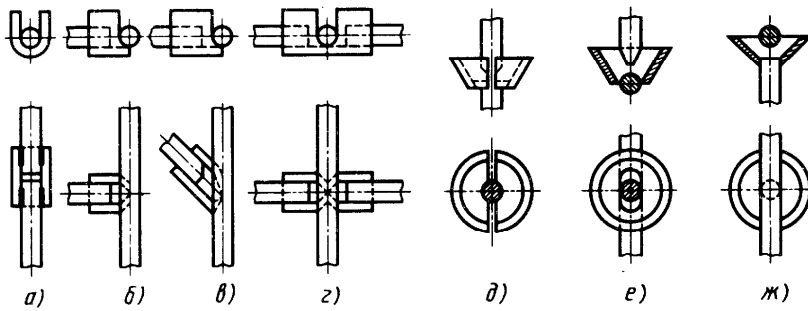


Рис.2. Сварные соединения арматуры, выполняемые ваннным способом

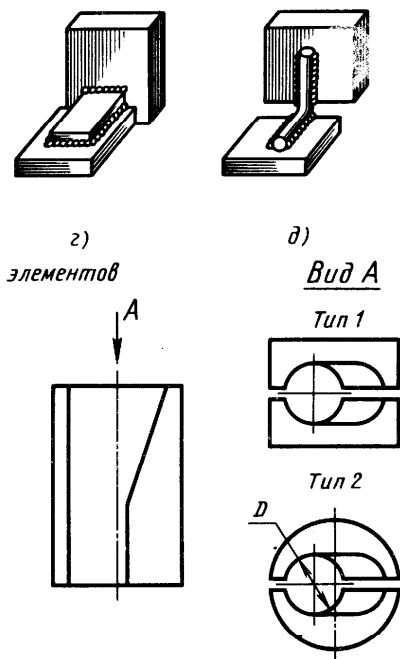


Рис.3. Инвентарные медные формы для сварки стыковых соединений вертикальных стержней $\Phi 20...36$ мм

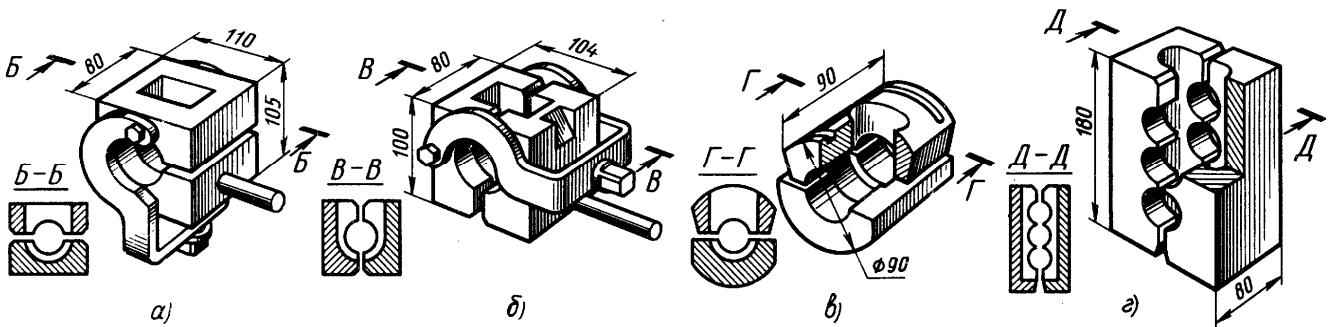


Рис.4. Инвентарные составные медные формы с канавками для сварки стыковых соединений горизонтальных стержней

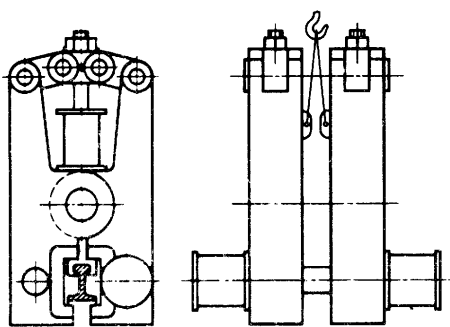


Рис.5. Силовая часть контактной машины для сварки стержней и рельсов

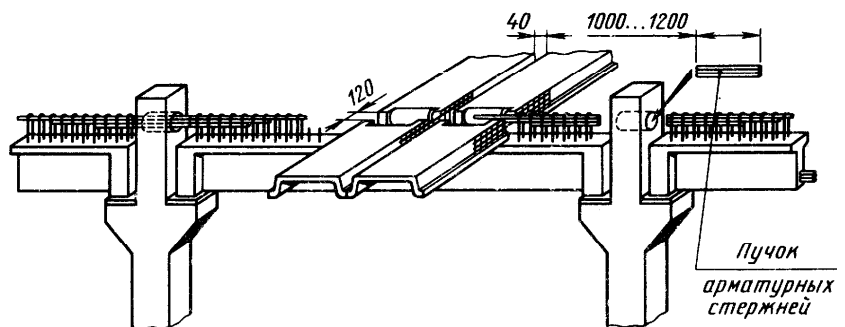


Рис.6. Соединение сборно-монолитной конструкции каркаса здания

5. ОБОЛОЧКОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ (ЛИСТЫ 127 ... 185)

ПОЯСНЕНИЯ К ЛИСТАМ 127 ... 185

НЕГАБАРИТНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ И СООРУЖЕНИЯ

Рулонирование листовых конструкций (листы 127, 128) .

При сооружении конструкций больших размеров возможно больший объем сборочно-сварочных работ стремятся выполнять в условиях завода-изготовителя. Размеры элементов конструкций, перевозимых к месту монтажа, не должны превышать габарита подвижного состава железных дорог (рис. 1) . Применительно к листовым полотнищам толщиной до 18 мм широкое распространение получил метод рулонирования, разработанный в Институте электросварки им. Е.О. Патона. Крупные узлы конструкции в виде полотнищ большого размера собирают, сваривают и сворачивают в рулон на специальных установках (рис. 2) , имеющих два яруса 1 и 3, а также барабан 2 для передачи полотнища с одного яруса на другой с поворотом на 180 . На двух ярусах расположены четыре рабочих участка : сборки, сварки с одной стороны, сварки с другой стороны и контроля и исправления дефектов. Перемещение полотнища и сворачивание рулона производят ритмично после завершения работ на каждом участке. При этом полотнища наворачивают на каркас 4, закрепленный во вращателях.

Листы толщиной до 8 мм собирают внахлестку и сваривают. Это объясняется тем, что тонкие листы проще собирать и сваривать, причем сворачивание такого нахлесточного соединения затруднений не вызывает. При толщине листов более 8 мм место нахлестки приобретает заметную жесткость и для сворачивания неудобно. Стыковое соединение листов такой толщины, напротив, оказывается приемлемым как с позиции сборки и сварки под флюсом, так и с позиции последующего сворачивания в рулон.

На рис. 3 показана схема расположения листов в рулонизируемых полотнищах для стенки резервуара объемом 5000 м³. Станочная обработка кромок нижних поясов обеспечивает плотную сборку стыковых соединений. Листы, собираемые внахлестку, имеют риски, совмещаемые с рисками продольных осей поясов на настиле стенда. Схема сборки и сварки первых двух секций этого полотнища на верхнем ярусе показана на рис. 4. Римские цифры указывают последовательность укладки листов, арабские — последовательность сварки швов. В случае более крупных резервуаров (рис. 5) листы разных поясов могут отличаться не только толщиной, но и маркой стали, все соединения стыковые, последовательность их сварки показана на рис. 6. В каждом цикле сваривают поперечный (вертикальный) и все продольные стыки А одной секции. При этом поперечный шов закрепляет листы очередной секции $n + 2$, собранной без прихваток. Продольные стыки сваривают от середины секции $n + 1$ до середины секции n .

Для изготовления рулонизируемых полотнищ больших размеров со стыковыми швами используют специальные двухъярусные стенды, обеспечивающие высокий уровень механизации сборки и сварки. Общий вид такого стенда показан на рис. 10 (лист 128).

Шаговое передвижение полотнища после завершения операций на всех рабочих местах задает механизм сворачивания. После остановки полотнища перемещают систему балок 4,6 и 7 (лист 127, рис. 7) для совмещения кромки собранной секции 1 с осью медной подкладки 3 и последующего прижатия ее клавишами 2. Для этого из перечисленных балок образуют мост 4 (лист 128, рис. 8) . перемещаемый плоскопараллельно от специального механизма с помощью тяг 5. Листы разных поясов в контейнерах 1 подают на верхний ярус стенда. Захват, перенос и укладку всех листов (по одному из каждого контейнера) осуществляют сразу за один ход транспортирующей самоходной кранбалки 2, несущей необходимое число траверс с вакуумными или магнитными захватами.

Последовательность работы механизмов, обеспечивающих сборку, показана на рис. 9. Поданные из контейнеров 1 (рис. 9, а) листы 3 в продольном направлении сдвигаются до упора в кромку ранее собранного полотнища 5 кранбалкой 2, а в поперечном — боковыми толкателями 4 и 6. Продольная подача листов должна предшествовать поперечной для предотвращения образования нахлестки. Когда короткие кромки листов окажутся под улавливателями 7, ограничивающими их поднятие над настилом, включают подачу в поперечном направлении (рис. 9, б) . При дальнейшем продвижении кранбалки 2 в продольном направлении листы досылаются до упора в кромку ранее сваренного полотнища, что обеспечивает прямолинейность новой кромки (рис. 9, в) . При этом максимальный зазор по длине собранного стыка ограничивается удвоенным допуском ± 1 мм на длину листов при механической обработке их кромок.

После зажатия второй кромки поперечного стыка клавишами 5 (лист 127, рис. 7) его сваривают под флюсом, используя двухдуговой автомат 3 (лист 128, рис. 8) , позволяющий сваривать полотнища из листов переменной толщины. Первая дуга образуется одним электродом, совершающим колебания поперек стыка, вторая дуга — двумя расщепленными электродами. Сварку ведут в направлении от более толстых листов к тонким, изменяя режим отключением одной из дуг при сохранении непрерывности движения аппарата по всей длине стыка. За время сборки и сварки поперечного стыка (лист 127, рис. б) одновременно сваривают все продольные швы. Для этого кран-балку, несущую направляющие двух сварочных головок и зажимные устройства, последовательно устанавливают над каждой парой продольных швов, прижимают кромки к медной подкладке и осуществляют сварку. На нижнем ярусе сварка стыков с обратной стороны выполняется в той же последовательности, но без прижимных устройств.

Для сворачивания рулонов на стане и последующей транспортировки их к месту монтажа применяют жесткие пространственные каркасы. Учитывая, что большая пространственная жесткость каркаса требуется лишь в процессе наворачивания рулонов, используют частично разборные каркасы (рис. 128,

рис. 11), состоящие из отдельных колец 3 жесткости и жесткого центрального пространственного ствола 2. После снятия готового рулона со стенда кольца 3 каркаса закрепляют внутри рулона 1 прихватками с помощью косынок, а центральный ствол каркаса удаляют из рулона лебедкой и используют для намотки очередного рулона.

Погрузка рулонов на железнодорожные платформы (рис. 12) для транспортировки их к месту монтажа выполняется методом перекачивания со стеллажей промежуточного склада с использованием подъемной силы мостового крана 1 или усилия лебедки 2.

Типы вертикальных цилиндрических резервуаров (лист 129) .

Вертикальные цилиндрические резервуары предназначены для хранения нефти, нефтепродуктов, других жидкостей. Резервуары объемом 5000 м³ (рис. 1) сооружают со стационарной конической крышей. Такие резервуары считаются небольшими. В крупных резервуарах (рис. 2) применяют плавающие крыши. Для хранения газов при атмосферном давлении используют цилиндрические газгольдеры телескопической конструкции (рис. 3) .

Расширяется строительство изотермических резервуаров для хранения сжиженных газов при низких температурах и атмосферном давлении. Такой метод хранения экономически более выгоден по сравнению с хранением газов в резервуарах под давлением. Применяются одностенные (рис. 5) и двухстенные (рис. 4) конструкции. В одностенном резервуаре тепловая изоляция размещается под днищем и прикрепляется к наружной поверхности стенок и крыши. При двухстенной конструкции создается резервуар в резервуаре. Пространство между оболочками этих резервуаров засыпается теплоизолирующим материалом. Двухстенные резервуары позволяют обеспечить надежную теплоизоляцию для хранимых продуктов при весьма низких температурах хранения вплоть до -180 °С.

Изотермические резервуары монтируют на монолитной железобетонной плите, расположенной на бетонных опорах-сваях на высоте 1,5 ...2м выше уровня земли (рис. 6). Это исключает промерзание грунта под резервуаром и улучшает теплоизоляцию. Сборку и сварку днища производят после укладки слоя теплоизоляции в виде отдельных блоков 1 и 2 и засыпки 3.

При сооружении вертикальных цилиндрических резервуаров особенно широко применяется метод рулонирования полотнищ.

Монтаж днищ вертикальных цилиндрических резервуаров (лист 130).

Сооружению резервуара предшествует подготовка монтажной площадки и основания резервуара, на котором собирается днище из рулонных заготовок. Для резервуаров объемом до 10 000 м³ днища (рис. 1, 2) поставляют на монтаж в виде нескольких рулонированных полотнищ, ширина которых соответствует ширине стенда. Рулон, содержащий элементы днища, укладывают на основание и разворачивают последовательно

с образованием нахлестки шириной 40 мм между монтажными элементами (рис. 3). Сварку монтажных швов ведут от середины к краям полотнища (рис. 4). В местах опирания стенки в нахлесточном соединении днища вырезают "лыску" и сваривают участок длиной 250 ... 300 мм стыковым швом на остающейся подкладке (см. рис. 1). Усиление шва снимают.

Так как кольцевой шов, соединяющий боковую стенку с днищем, в этом случае выполняется при полностью заваренном днище, возможно его вспучивание вследствие потери устойчивости. При изготовлении резервуаров большого объема (более 10 000 м³) для предотвращения таких деформаций изготавливают в виде рулона только центральную часть днища (рис. 2), а окантовочные элементы сваривают между собой при монтаже из отдельных листов. При сборке окантовочных элементов с днищем (рис. 5) листы собирают с помощью клиновых приспособлений (рис. 6, 7) . Центральную часть днища присоединяют к сваренному из окантовочных элементов кольцу прихватками 1 (рис.8) и разворачивают рулоны боковой стенки. После приварки ее нижней кромки к кольцу из окантовочных элементов швами 2 и 3 прихватки 1 удаляют, хлопуну выправляют путем сдвига листов в нахлестке и только тогда швы между центральной частью днища и окантовочными элементами заваривают окончательно.

Монтаж стенок вертикальных цилиндрических резервуаров (листы 131, 132).

Стенки резервуаров обычно поставляют на монтажную площадку в одном или нескольких рулонах. На подготовленном днище рулоны устанавливают в вертикальном положении (лист 131,рис. 1) .

По мере разворачивания рулона нижняя кромка стенки прикрепляется к днищу прихватками (рис. 2) . Верхняя кромка фиксируется или одновременно монтируемыми щитами покрытия, или при их отсутствии (на более крупных резервуарах с плавающей крышей) оттяжками.

Стыковка вертикальных кромок при замыкании стенки резервуара или при соединении установленной части стенки с кромкой очередного рулона требует уменьшения кривизны концевых частей полотнища. Этого достигают или с помощью клиновых приспособлений (рис. 3, а, б), или с помощью специальных жестких скоб, обеспечивающих пластический выгиб кромок.

При монтаже мокрых газгольдеров (см. лист 129, рис. 3) для получения трех отдельных концентрически расположенных стенок 1 колокола и стенок 2, 3 телескопа разворачивание трех рулонов выполняют одновременно по схеме, показанной на рис. 4 (лист 131) .

Рассмотренные приемы монтажа успешно применяются для резервуаров объемом до 30 000 м³ . В более крупных резервуарах большая высота рулонов (18м), применение высокопрочных сталей и повышенная толщина поясов затрудняют управление разворачиванием рулонов, стыковку вертикальных кромок отдельных рулонов, раскрепление разворачиваемых полотнищ. Кроме того, значительно усиливается воздействие ветровых нагрузок. Поэтому для крупных резервуаров более целесообразным оказался прием монтажа с разворачиванием рулонов в горизонтальном положении с помощью шаблона.

Шаблон 2 (рис. 5) представляет собой пространственную конструкцию, состоящую из нескольких плоских ферм, соединенных прогонами и связями. Верхние криволинейные пояса ферм выполнены по внутреннему радиусу резервуара. Нижние пояса — прямолинейные. Длина верхнего пояса фермы несколько больше длины разворачиваемого полотнища, составляющей около 30 м. Нижний пояс крайней фермы имеет шарнирные опоры 3 дня поворота, привариваемые к днищу резервуара таким образом, чтобы после поворота шаблона в вертикальное положение его криволинейные поверхности совпали с проектным положением вертикальной стенки.

Рулон 4, подлежащий развороту, закрепляют в горизонтальном положении в центрах рамы 1, устанавливаемой рядом с шаблоном. Развернутое с помощью лебедок и трубоукладчиков полотнище крепят к элементам верхних поясов шаблона. Затем к внешней поверхности развернутого полотнища подгоняют и приваривают секции колец жесткости, временные стойки и другие детали.

После завершения сборки шаблон вместе с полотнищем поднимают в вертикальное положение самоходным краном, поворачивая его вокруг шарниров (рис. 6). В проектном положении полотнище раскрепляют с наружной стороны резервуара и приваривают к днищу. Затем шаблон отсоединяют от полотнища и днища, переносят на следующий участок (рис. 7), и Цикл повторяется.

Несколько иначе монтируют последнее полотнище. Шаблон устанавливают таким образом, чтобы после его подъема один край поднимаемого полотнища прилегал к предыдущему полотнищу, а между другим краем и первым полотнищем оставался свободный проезд *a* (рис. 7) для вывода из резервуара всех монтажных механизмов. После завершения этой операции, используя кран с наружной стороны, шаблон с полотнищем подтягивают в проектное положение.

Приведенная технология монтажа позволяет монтировать стенки, поставляемые частично в виде рулонов и частично из отдельных листов, что может оказаться перспективным при сооружении резервуаров особенно большого объема.

Метод рулонирования применяют при толщине металла не более 18 мм, тогда как для нижних поясов стенок резервуаров объемом 50 000 и 100 000 м³ требуется толщина, превышающая это значение (рис. 8, д). Чтобы использовать метод рулонирования, в этом случае предлагается либо применять дополнительные банджи в виде полотнища в нижней части стенки (рис. 8, б) или на отдельных поясах, либо уменьшать толщину стенки путем изготовления нижних поясов из листовой стали высокой прочности (рис. 8, в). Из-за недостаточной проработки этих предложений приходится использовать методы блочной сборки.

В этом случае отдельные листы собираются в блоки сначала на заводе-изготовителе так, чтобы размер блока не превышал габаритов железнодорожного подвижного состава, затем на монтажной площадке, исходя из возможностей грузоподъемных механизмов (лист 132, рис. 9, а . . . д). Монтажные сварные швы, соединяющие блоки, выполняют, как правило, многослойными (рис. 10).

Монтаж вертикальных стенок из отдельных листов или блоков ведут, начиная с нижнего пояса, методом наращивания (рис. 11). На днище по разметке устанавливают отдельные листы нижнего пояса, скрепляя их между собой и с днищем с помощью сборочных приспособлений и клиньев с регулировкой зазора (см. лист 130, рис. 7).

Горизонтальные швы или сваривают двумя полуавтоматами одновременно два сварщика, которые перемещаются щель стыка в передвижных кабинах (лист 132, рис. 12), или получают автоматической сваркой под слоем флюса автоматами типа SA-800 (рис. 13). Схема сварки при выполнении шва автоматом показана на рис. 14. Флюс в зоне сварки *удерживается замкнутым неточным или пластинчатым* конвейером 7. На кондукторе, закрепленном на верхней несущей каретке 1 (рис. 13), установлен вращающийся диск 2 (рис. 13, 14), который перекачивается по разделке стыка с обратной стороны, удерживая расплавленный металл от вытекания и частично защищая корень шва от воздействия воздуха.

Вертикальные швы свариваются полуавтоматами.

Покрытия вертикальных цилиндрических резервуаров (листы 133, 134).

Вертикальные цилиндрические резервуары могут иметь стационарную (см. лист 129, рис. 1,4,5) или плавающую (см. лист 129, рис. 2) крышу. Стационарные крыши чаще сооружаются на резервуарах объемом до 20 000 м³. Плавающие крыши могут быть на резервуарах любых размеров при отсутствии в районах их сооружения значительных снеговых осадков.

Стационарную крышу монтируют из отдельных щитов. Для резервуаров объемом до 5 000 м³ это плоские щиты, опирающиеся на вертикальную стенку и центральную стойку (лист 133, рис. 1, а). Для резервуаров объемом свыше 5000 м³ аналогичные щиты имеют двоякую кривизну и составляют сферический купол покрытия (рис. 1, б). В этом случае центральная стойка устанавливается временно, только для монтажа крыши. Такая крыша опирается на вертикальную стенку, причем для восприятия усилия распора у ее верхней кромки устанавливают кольцо жесткости таврового сечения (рис. 1, в). Использование щитовых конических и купольных покрытий резервуаров позволяет выполнить основной объем сборочно-сварочных работ в условиях завода и облегчает монтаж крыши в процессе разворота вертикальной стенки из рулонов.

Щиты, имеющие форму секторных лепестков с криволинейной образующей, могут иметь большие размеры и поставляются несколькими элементами, которые затем собираются в щиты на месте монтажа. Такие щиты могут применяться для резервуаров объемом до 50 000 м³. Для увеличения устойчивости и жесткости куполов возможно их усиление решетчатыми полуарками (рис. 1, г).

Конструкция плоского щита покрытия резервуара диаметром 14,5 м показана на рис. 2, а. Размеры щита выбраны в соответствии с габаритом подвижного состава железных дорог. Щит имеет элементы

жесткости из радиально расположенных швеллеров 1, а также ряда соединяющих их швеллеров 2. В зоне опирания на вертикальную стенку для удобства монтажа приварены планки-улавливатели 1 (рис. 2, в). Простота сборки и сварки герметичных соединений 1 между соседними щитами обеспечивается, как показано на рис. 2, б.

С увеличением числа типоразмеров резервуаров и их диаметров (до 80 м) трудоемкость сооружения покрытий возрастает. Поэтому ведутся поиски новых конструктивных и технологических решений, позволяющих организовать поточное производство покрытий из небольшого числа стандартных элементов. Одним из перспективных направлений является создание граненых куполов, собираемых из одинаковых плоских или пространственных элементов ограниченного числа типов. По предложенной схеме применение всего трех типов щитов (рис. 3, а, б, в) позволяет монтировать покрытия резервуаров объемом от 2000 до 50 000 м³ (рис. 4). Индивидуально изготавливаются только элементы опирания щитов на кромку стенки.

Унифицированные щиты покрытия выполнены из листового металла толщиной 4 мм с элементами жесткости, расположенными в одном направлении с нижней стороны листа, а в другом направлении — с верхней. Исключив пересечения элементов жесткости, получили более технологичную конструкцию, удобную для организации крупносерийного производства однотипных плоских панелей на поточных или автоматических линиях. На месте монтажа из элементов собирают в кондукторе полный секторный щит. На рис. 5 показан монтаж щитов покрытия резервуара.

При блочной сборке цилиндрических резервуаров применяются различные приемы монтажа стационарной крыши. Имеется успешный опыт сборки и сварки стационарного купольного покрытия на днище резервуара с последующим подъемом готового купола в проектное положение избыточным давлением воздуха. Конструкция стыка крыши со стенкой резервуара показана на рис. 6 (лист 134).

Схема подъема крыши в проектное положение показана на рис. 8. Для предотвращения перекоса крыши во время подъема устанавливают стабилизирующую трособлочную систему. Зазор между стенкой резервуара и крышей уплотняют временным затвором 1 (рис. 7), представляющим собой гибкую стальную сетку, покрытую асбестом и полиэтиленовой пленкой. Включением вентиляторов создают давление 800 ... 1000 Па, крыша плавно поднимается до упора в стопорные пластины 1 (рис. 9) опорного кольца 3. В таком положении крышу фиксируют клинь-ми 2 и приваривают к опорному кольцу.

При сооружении двустенных изотермических резервуаров внутреннюю крышу подвешивают к наружной и поднимают давлением воздуха вместе с купольной крышей наружного резервуара.

Типичные конструкции плавающих крыш вертикальных цилиндрических резервуаров показаны на рис. 10, а, б. По их периметру расположены герметичные короба 1, к которым герметичным швом приварено листовое полотнище 2, иногда усиливаемое ребрами жесткости 3.

К сборке и сварке плавающих крыш приступают после завершения сборки и сварки днища и стенки. Рулонированные полотнища центральной части плавающих крыш разворачивают на днище и сваривают нахлесточные монтажные соединения. Далее по разметке вырезают отверстия, устанавливают и приваривают патрубки 1 (рис. 11, а, б) опорных стоек 3 (рис. 11, б). Герметичные короба 2 размещают по периметру в соответствии с риской, нанесенной на днище, прихватывают и сваривают в кольцо. Край полотнища с помощью крана подтягивают к козырькам 4 и приваривают (рис. 11, а). Таким образом выполняется герметичное соединение центрального полотнища плавающей крыши с коробами. Далее заполняют резервуар водой, поднимая собранную крышу на высоту около 2 м, и откидывают поворотные кронштейны 5 (рис. 11, б), закрепленные на стенке. Воду из резервуара сливают, очищают днище, выполняют сварку потолочных монтажных швов на центральной части днища б, устанавливают и приваривают опорные стойки 3. После этого по окружности плавающих крыш монтируют уплотняющий затвор, устанавливают водоспускное устройство, передвижную лестницу, а также радиальные или концентрические ребра жесткости.

Воздухонагреватели и горизонтальные резервуары (лист 135).

Воздухонагреватели (рис. 1) входят в состав оборудования доменных комплексов. При толщине стенки до 18 мм их изготавливают с применением метода рулонирования полотнищ. Из-за наличия кольцевых стыков между монтажными блоками требования к точности изготовления рулонов и приемам их разворачивания оказываются очень высокими. Для обеспечения высокой точности размеров обечайки применяют две схемы разворачивания рулонов. По первой схеме (рис. 2) рулон 5 в горизонтальном положении укладывают в разъемные кольца-шаблоны 1, установленные на опорных катках 2 рамы 3. Кольца-шаблоны обеспечивают возможность разворачивания рулона с помощью лебедки 4, закрепления развернутой части и получения таким образом обечайки правильной цилиндрической формы. По другой схеме (рис. 3) рулон разворачивается на плоском стенде с последующим наворачиванием полотнища на каркас проектного диаметра. В качестве шаблона-кондуктора используется барабан 1, состоящий из двух половин, шарнирно соединенных по образующей. Диаметр барабана соответствует диаметру монтажного блока и может уменьшаться с помощью винтовых стяжек 2. Наворачивание полотнища осуществляется перекачиванием барабана, кромки замыкающего стыка подтягивают с помощью винтовых стяжек. Стык сваривают автоматом под флюсом сначала изнутри в нижнем положении, а после поворота барабана на половину окружности — снаружи. Сваренную обечайку ставят в вертикальное положение и извлекают из нее барабан, предварительно уменьшив его диаметр.

Монтажный блок поднимают и устанавливают в проектное положение. Кольцевой шов сваривают с двух сторон:

с наружной стороны — ручной дуговой сваркой, с внутренней стороны — полуавтоматами в СО₂.

При сооружении горизонтальных резервуаров (рис. 4) применение метода сворачивания полотнищ позволяет почти полностью исключить трудоемкую сборку и сварку кольцевых стыков. Основной объем

сборочных и сварочных работ выполняют на плоском стенде с использованием автоматической сварки в нижнем положении. После сварки всех швов полотнища стенки с одной стороны производят его кантовку и выполняют сварку швов с обратной стороны. Процесс сворачивания полотнища и необходимое оборудование упрощаются в связи с использованием в качестве шаблона имеющихся в конструкциях резервуара кольцевых элементов жесткости 1 (рис. 4,5). Схема сворачивания полотнища показана на рис. 5, а . . . д.

Заготовки для сферических резервуаров (лист 136).

Сферические резервуары в СССР в основном сооружают объемом 600 м³ (рис. 1) и 2000 м³ диаметром 10,5 и 16 м соответственно, при толщине оболочки 16 .. 36мм. Планируется сооружение резервуаров объемом 10 000 м³.

При раскроях, показанных на рис. 2, а и в, и толщине до 36 мм сферическую поверхность заготовкам придают горячей штамповкой. При раскрое по схеме рис. 2, б и толщине до 22 мм лепестки получают холодной вальцовкой с помощью специального многовалкового стенда (рис. 3, 4, б). Заготовки перед вальцовкой собирают из листов и сваривают автоматической сваркой под флюсом. Исходную форму заготовке (рис. 4, а) придают газовой резкой по шаблону-копиру. Поскольку размеры полученных после вальцовки лепестков превышают габарит подвижного железнодорожного состава, их после контрольной сборки разрезают на две неравные части и выпуклостью вниз укладывают в специальные контейнеры для перевозки к месту монтажа (рис. 5, а, б). Элементы, поставляемые с завода, на монтаже собирают в блоки (рис. 6). Сварку блоков выполняют в нижнем положении под флюсом на стендах-качалках (рис. 7). Возможна электрошлаковая сварка швов блока с помощью устройства, показанного на рис. 8.

Приемы сборки сферических резервуаров (лист 137)

приведены на рис. 1. При сборке по схеме, приведенной на рис. 1, с, полюсный элемент 2 (рис. 2) закрепляют на центральной стойке 1 стенда. Блоки 3, сваренные из двух лепестков, устанавливают по упорам 4. Сборку выполняют с использованием сборочных шайб, приваренных к лепесткам при контрольной сборке на заводе, и типовых клиновых сборочных приспособлений. Сборка завершается укладкой непрерывных прихваточных швов, уплотняющих стык для последующей автоматической сварки под флюсом. По схеме рис. 1, б полусферу собирают при горизонтальной ориентации блоков (рис. 3, д). Собранную полусферу кантуют и устанавливают на временную опору (рис. 3, б). Вторую полусферу после сборки устанавливают на первую и выполняют ручной подварочный замыкающий шов. По схеме рис. 1, в осуществляют сборку всей сферы последовательным наращиванием (рис. 4).

Резервуары объемом 2000 м³ собирают "вертикальным" методом (рис. 1, г). Основой для временного закрепления днища и купола оболочки резервуара служит центральная стойка. Сборку полюсных блоков 1 (рис. 5) с центральной стойкой производят в кондукторе. Здесь же устанавливают кольца жесткости, прикрепляемые раскосами к стойке.

Собранную центральную стойку 1 (рис. 6) устанавливают на неподвижную опору 2. На стойке закрепляют параллелограммный механизм подъемной люльки 3, которая может перемещаться в вертикальной плоскости и вокруг оси стойки.

Первый блок 1 (рис. 7) поднимают в вертикальное положение, устанавливают на ловители 3 днища и с помощью сборочных планок и клиньев прикрепляют к купольной части и днищу. После установки и закрепления очередного блока с наружной стороны оболочки временно подводят опорную стойку, которая частично воспринимает вес блока. Для сохранения формы блока в процессе монтажа в него вваривают трубу жесткости 2. Центральная стойка и другие вспомогательные элементы демонтируются и удаляются по частям через люк-лаз купола после установки последнего замыкающего блока и окончания ручной сварки всех блоков между собой прихваточным швом с внутренней стороны резервуара.

Сварка сферических резервуаров (листы 138, 139).

После завершения сборки резервуар устанавливают на манипулятор и автоматической сваркой под флюсом выполняют наружные и внутренние швы (лист 138, рис. 1). В манипуляторе Кудрявцева опорные неприводные катки 1 (рис. 2), не препятствующие вращению сферического резервуара в любом направлении, расположены на шарнирных опорах 2 и обеспечивают прижатие к резервуару двух пар приводных катков 3 с отдельными приводами. Включение приводов 7 и 2 (рис. 3) рабочих катков 3 в одном или в противоположных направлениях с одинаковыми или различными скоростями обеспечивает возможность вращения резервуара вокруг любой его оси и позволяет выполнять меридиональные (рис. 4, а) и широтные (рис. 4, б) швы, а также переходить от одного шва к другому.

Манипуляторы другого типа (рис. 5, б) обеспечивают вращение сферического резервуара только в плоскости приводных роликов. Переход к другой плоскости вращения осуществляется разворотом манипулятора в горизонтальной плоскости с предварительным опусканием резервуара на временные опоры.

Форма разделки кромок и последовательность ее заполнения зависят от толщины стенки резервуара. При толщине стенки 16 мм применяют двустороннюю автоматическую сварку без разделки кромок. Первый шов выполняют с внутренней стороны оболочки по ручному подварочному слою, второй шов — снаружи. При толщине оболочки 34 мм большинство слоев укладывают с наружной стороны (рис. 7, а, б).

Применение манипуляторов позволило основной объем сварочных работ при монтаже резервуара выполнять автоматической сваркой. Однако очевидны и серьезные недостатки такой технологии. Для

обеспечения работы только одного сварочного автомата необходимо вращать огромную и тяжелую конструкцию, используя при этом сложные манипуляторы. В результате действия сосредоточенных сил от опор имеет место изменение формы оболочки при вращении, что даже при использовании надувных роликов 1 (рис. 6) не позволяет сооружать таким образом резервуары объемом более 2000 м³.

Для крупных сферических резервуаров более эффективна технология монтажа в проектом положении на постоянных опорах без вращения. Меридиональные стыки сваривают автоматической сваркой порошковой проволокой с принудительным формированием (лист 139, рис. 8).

Сварка с принудительным формированием может выполняться с одной стороны или с двух сторон. Собранные стыки закрепляют или прихваточными швами (рис. 9, а, б), или с помощью временных скоб (рис. 9, в). Уплотнение стыков может обеспечиваться и без прихваточных швов формирующими подкладками (рис. 11, а) или во-доохлаждаемыми трубками (рис. 11, б, в). Для их прижатия используют двухплечие рычаги (рис. 10).

Сварочный автомат вместе с ползуном 1 (рис. 12) перемещается по направляющему уголку 2. Уголок закреплен параллельно свариваемым кромкам с помощью проушин 1 (рис. 13), опор 2 и клиньев 3.

Сооружение кожуха домы (лист 140). Кожух домы сооружают из листовых элементов толщиной 40 ... 60 мм. Листы, прошедшие заготовительные операции, перед отправкой с завода попарно сваривают под флюсом по длинной кромке. Длинная кромка листа располагается или по образующей (рис. 1, а), или в окружном направлении (рис. 1, б). Расположение по образующей является предпочтительным, так как в этом случае все монтажные швы блока прямолинейны, однотипны и удобны для сборки и электрошлаковой сварки. Увеличение размеров и массы монтажных блоков позволяет сократить объем монтажных сварочных работ на высоте.

Схема раскроя и разбивки на монтажные блоки кожуха доменной печи объемом 5000 м³ показана на рис. 2. Монтажные блоки собирают внизу на монтажной площадке (рис. 3). Одновременная сборка нескольких блоков (рис. 4) улучшает использование кранового оборудования и сокращает сроки монтажа домы. Собранные блоки П... Х (рис. 2) краном поднимают на проектную отметку (рис. 5), где с помощью сборочных прокладок 1 и клиньев 2 и J стыкуют с предшествующим блоком. Сварку монтажных горизонтальных швов выполняют полуавтоматами в СО₂ с внутренней стороны кожуха и ручной дуговой сваркой — с наружной стороны.

Спиральная камера гидротурбины (лист 141).

Примером сложной сварной конструкции больших размеров является спиральная камера мощной гидротурбины (рис. 1). Проектные размеры и форма готовой камеры предъявляют жесткие требования к точности раскроя, сборки и сварки стыковых швов заготовок, имеющих пространственную кривизну. После газоламенной резки с одновременным скосом кромок под сварку заготовки подвергают гибке на прессе с помощью универсального гибочного штампа. Контрольную сборку звеньев осуществляют на плитовом стенде, на котором наносят плазмовую разметку сечений всех звеньев камеры с их центрами и главными осями. На стенд (рис. 3, а) устанавливают половину кольца статора, с которым сопрягают звено II, ориентируемое по плазмовой разметке. Звено собирают в кольцо с подгонкой к статору и с доведением при этом зазоров между свариваемыми кромками до допустимой величины путем подрезки или наплавки кромок. После постановки прихваток и раскрепления стяжками звено II снимают с плаза и на его место устанавливают и подгоняют в той же последовательности по плите и по кольцу статора элементы звена I (рис. 3, б). Затем на звено I устанавливают звено II (рис. 3, в). Подгонку стыка между ними производят только за счет верхней кромки звена I, не затрагивая базовую кромку звена II. На этом операция контрольной сборки звена I заканчивается. Далее производят сборку очередного звена III (рис. 3, г), стыка между звеньями II и III (рис. 3, д) и т.д.

Порядок монтажной сборки можно проследить на рис. 2. Звенья XXIII ... XXVII и отражательный лист 19 составляют один монтажный элемент, звенья XIII ... XXII сварены в условиях завода попарно, звенья VII ... XII состоят каждое из двух, а I ... VI — из трех монтажных элементов. После установки и раскрепления статора гидротурбины сборку обычно начинают с зуба спирали. Поэтому первыми устанавливают, подгоняют и прихватывают между собой и к статору монтажные секции 18, 2 и 1, а также отражательный лист 19. Затем последовательно устанавливают и подгоняют к каждой из секций смежные прилегающие секции (от секции 18 к середине спирали до секции 13 и с другого конца от секции 2 к середине до секции 11). Выполняемую с некоторым припуском замыкающую секцию 12 устанавливают последней. Подтягивание сопрягаемых стыков производят с помощью болтовых стяжек и конусных оправок, подрезку — резаком. Регулировка положения по высоте каждой секции и в целом всей спиральной камеры обеспечивается домкратами; форма трубы спирали исправляется растяжками.

Для уменьшения потолочной сварки разделку швов верхней части спирали делают с наружной стороны, а нижней части — с внутренней. Боковые части спирали имеют X-образную разделку. Сварку выполняют электродами, причем для соединения монтажных элементов из высокопрочной стали применяют электроды аустенитного класса. В первую очередь в каждой секции заваривают продольные швы, затем приваривают звенья к статору, а после этого сваривают кольцевые стыки. Сварку продольных и кольцевых швов спирали выполняют способом последовательного обратноступенчатого исполнения швов или способом наварки слоев горкой.

Цементные печи (лист 142).

При изготовлении корпуса цементной печи (рис. 1) характер членения всей конструкции на отдельные транспортные элементы определяется прежде всего способом их доставки на место монтажа. Железнодорожным транспортом обечайки корпуса поставляются или по частям на обычной платформе

(рис. 2, а), или целыми обечайками длиной 2 м с использованием колодцевых платформ (рис. 2, б). Перевозка обечаек большой длины возможна только автомобильным (рис. 2, в) или водным транспортом.

Сборку обечаек выполняют на стенде в вертикальном положении (рис. 4). Сварку продольных швов производят сварочным трактором с двух сторон в горизонтальном положении. Кольцевые стыки обечаек в блоке сваривают на приводном роликовом стенде по ручной подварке или на флюсовой подушке.

Применение метода временного деформирования позволяет путем создания нахлестки (рис. 5, б) уменьшать диаметр негабаритной обечайки (рис. 5, а) на время ее перевозки. Такой прием применим для обечаек с толщиной стенки, значительно превышающей возможности рассмотренного выше метода рулонирования полотнищ. Приемы и оснастка для временного упругого деформирования обечаек показаны на рис. 6, а ... г. На транспортируемых таким образом обечайках все швы свариваются в условиях завода. На монтаже необходимо выполнить сварку только одного замыкающего продольного стыка.

Бандажи, представляющие собой кольца прямоугольного сечения, могут свариваться или в условиях завода, или на монтажной площадке. В первом случае отклонения размеров, вызванные деформациями от сварки, устраняются при чистовой механической обработке. Во втором случае точность размеров кольца может быть обеспечена только благодаря точной сборке, стабильному ведению процесса электрошлаковой сварки и учету поперечной усадки и угловой деформации. Для выполнения этих условий в соединении создается клиновидный зазор (рис. 3), и сварка обоих швов ведется одновременно методом плавления мундштука. Монтажные блоки цементной печи последовательно устанавливаются в проектное положение и присоединяют к ранее собранной части однослойной прихваткой. Заполнение разделки кольцевых стыков производится автоматической сваркой под флюсом с двух сторон с использованием роликового стенда (рис. 7) или механизма вращения печи на опорных роликах (см. рис. 1).

СОСУДЫ, РАБОТАЮЩИЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Тонкостенные сосуды (листы 143 ...146).

Сосуды, работающие под давлением, обычно изготавливают в форме цилиндра (лист 143, рис. 1, б), тора (рис. 1, в) или сферы (рис. 1, а). Характерными для сосудов являются стыковые соединения. Обечайки сваривают прямолинейными продольными швами. Кольцевыми швами соединяют сферические доньшки и обечайки, круговыми швами вваривают штуцера в сферические, цилиндрические и торовые элементы.

Тонкостенные сосуды (толщиной до 7 мм) изготавливают как из низкоуглеродистых и низколегированных сталей низкой и средней прочности, так и из сталей высокопрочных и особопрочных, сплавов титана, алюминия, магния, применяя сварку в защитных газах.

Примеры конструктивного оформления стыковых соединений показаны на рис. 2. Соединение без подкладки (рис. 2, а) является основным, но представляет трудности для сборки и сварки с полным противлением. Соединения с остающейся подкладкой (рис. 1, б) позволяют упростить сборку и сварку кольцевого шва, но применимы лишь для сталей низкой и средней прочности, которые обладают хорошей свариваемостью и малой чувствительностью к концентраторам напряжений. Соединение с местным утолщением стенки в зоне шва (рис. 2, в) используют в случае необходимости компенсировать разупрочнение основного металла в зоне соединения.

Примеры конструкций сварных сосудов показаны на рис. 3 ... 5. Корпус фильтра (рис. 3) имеет тонкостенную оболочку и жесткий фланец. Такая конструкция позволяет выполнять сборку и сварку кольцевого шва между обечайкой и доньшком на разжимной оправке. В замкнутой конструкции баллона для газа (рис. 5) подобный прием неприменим. Поэтому для удобства сборки и сварки кольцевых швов используют остающиеся подкладки. В конструкции сферического сосуда из титанового сплава (рис. 4) применяют для повышения надежности работы кольцевых швов утолщение кромок в зоне сварного шва.

На рис. 6, а ... в показаны примеры конструктивного оформления соединений штуцера с оболочкой тонкостенного сосуда.

Технология сборки и односторонней сварки продольных швов тонкостенных сосудов предусматривает применение стендов с клавишными прижимами (лист 144, рис. 9), которые обеспечивают равномерное и плотное прижатие кромок к подкладке. На рис. 7 (лист 143) показано поперечное сечение приспособления для прижима кромок. Кромки обечайки прижимаются к ложементу 2 с подкладкой 3 клавишными прижимами 1, закрепленными на балках 5. Давление на клавиши передается пневмошлангами 4. Установка и прижатие кромок обечайки производятся в такой последовательности. Поворотом эксцентрикового валика 1 (лист 143, рис. 8) из прокладки выдвигаются фиксаторы 2, после чего до упора в них справа заводится первая кромка и зажимается подачей воздуха в шланг. Затем фиксаторы убирают, вторую кромку подают до упора в зажатую первую и зажимают своими прижимами. Таким образом достигается точная установка свариваемого стыка по оси подкладки.

В крупносерийном производстве тонкостенных сосудов для выполнения сборочно-сварочных операций необходимо применять высокопроизводительную оснастку. На рис. 10, а (лист 144) показана схема установки, осуществляющей приемку обечайки, ориентирование стыка, прижатие его к подкладке симметрично относительно формирующей канавки в подкладке, выполнение сварного шва, освобождение обечайки из зажатия, ее сборос.

От обечаек, расположенных на наклонном накопителе 5, отсекателем 7 отделяется одна обечайка и скатывается на приемное место 9 тележки 8. При движении этой тележки обечайка надвигается на консоль 6 планшайбы, находящейся в положении приема, опускается на нее, а тележка отходит в ис-

ходное положение. Оператор ориентирует одну из кромок вдоль оси канавки 2 (рис. 10,б) подкладки и фиксирует ее вакуумными присосками 1. Вторую кромку устанавливают впритык к первой. Сборочная операция завершается установкой заходных планок и включением шагового поворота планшайбы 1 (рис. 10,д). Точная установка стыка под сварочную головку обеспечивается конусным фиксатором 4, который одновременно используется для закрепления конца консольной балки 2 относительно портала 3. Кромки обечайки зажимаются клавишными прижимами 1 (рис. 10, в). Операция сварки может выполняться без участия оператора. После ее окончания клавишные прижимы и фиксаторы отходят, и поворот планшайбы 1 (рис. 10, а) переносит сваренную обечайку на позицию съема, где она подхватывается приемным устройством тележки.

При сварке продольных швов тонкостенных обечаек возникают деформации, характер которых показан на рис. 11. Исправление этих деформаций может быть выполнено прокаткой шва и околошовной зоны роликами прокатной машины по схеме на рис. 12.

Сварку кольцевых швов, собранных встык без остающейся подкладки, как правило, выполняют на внутренней разжимной подкладке. Однако вследствие разогрева и расширения металла в зоне сварки возможен отход кромок от подкладки (лист 145, рис. 13), вызывающий их взаимное смещение или даже прожог. Для прижатия кромок к подкладке можно применять наружные стяжные ленты (рис. 14), но при этом перемещения кромок устраняются лишь частично. Более эффективным оказывается прижатие кромок к подкладному кольцу роликом, перекатывающимся по кромкам непосредственно перед сварочной дугой (рис. 15). Приспособление закрепляется на консоли перед сварочной головкой. Присадочная сварочная проволока 2 проходит под роликом 1, имеющим кольцевую проточку.

Кольцевой шов можно выполнять сваркой изнутри обечайки, располагая разжимную оправку с наружной стороны (рис. 16). В этом случае местный разогрев кромок при сварке вызывает увеличение усилия их прижатия к наружной оправке и улучшение теплоотвода.

Вопросы сборки под сварку кольцевых стыков особенно актуальны при серийном производстве сосудов. При изготовлении пустотелых шарообразных поплавков операция сборки и сварки выполняется в автоматической установке (рис. 17). Подача полусфер осуществляется по наклонному лотку, причем заготовки движутся попарно до неподвижного упора 1. Совмещение плоскости стыка с плоскостью расположения электрода, перпендикулярной к оси вращения заготовок, осуществляется с помощью шлифованного откидного ножа 7. Во время сборки изделия нож находится в верхнем положении между центровыми бабками. Поданные в станок полусферы располагаются по обе стороны от ножа и плотно прижимаются к нему штоками пневмобабок, сначала передней 2, а затем задней 5 и закрепляются пружинящими захватами 3. Шток задней бабки 5 фиксируется колодочным тормозом 6. После этого передняя бабка смещается назад на 2 мм, освобождая зажатый нож, который отбрасывается в нижнее положение. Затем передняя бабка с заземленной в ней полусферой подается до полного соприкосновения со второй полусферой. Благодаря наличию тормоза и откидного ножа торец полусферы, заземленный в задней бабке, располагается точно в плоскости электрода сварочной головки 4 независимо от неточности размеров самого изделия. После окончания сварки шар по наклонному желобу выкатывается наружу, по пути включая механизм загрузки. Рассмотренная технология эффективна, но применима лишь к изделиям, в которых из-за отсутствия внутреннего давления допустимы взаимное смещение кромок и непровары, если обеспечена герметичность сварного шва.

Механизация сборки обечайки с днищами тормозного баллона основана на использовании нахлесточного соединения, получаемого запрессовкой конусной отбортовки днища в обечайку. На рис. 18, а показана схема четырехпозиционной полуавтоматической установки для сварки таких тормозных баллонов.

На позиции I (рис. 18, а, б) оператор устанавливает в захваты 1 (рис. 18, б) и 2 обечайку и днища. Остальные операции выполняются автоматически. Захваты 1 зажимают обечайку, а пневматические цилиндры захватов 2 с магнитными улавливателями обеспечивают запрессовку днищ в обечайку. Собранный сосуд шаговым поворотом вала подается на сварочную позицию II (рис. 18, а, в), где он освобождается от зажатия после того, как захватывается с торца деталями вращателя 4 (рис. 18, в). Совмещение электродов сварочных головок 3 с плоскостью каждой ступеньки нахлесточного соединения осуществляется искателем, выключающим установочное движение головки в осевом направлении в момент совпадения ее со ступенькой нахлестки. Высокопроизводительный процесс сварки в углекислом газе при некотором смещении точки сварки от зенита (рис. 19) обеспечивает хорошее формирование шва при скорости сварки до 180 м/ч. Окончание сварки служит сигналом для включения захвата 1 (рис. 18, в), освобождения от вращателя 4 и совершения шагового поворота. На позиции III (рис. 18, д) захваты раскрываются, и обечайка скатывается в приемное устройство. На рис. 20, 21 (лист 146) показана конструкция захватов рассматриваемой установки, входящих в четырехпозиционное транспортное устройство. На каждой из четырех позиций имеется две пары захватов, закрепленных на поворотной штанге 1 (рис. 20). Две подвижных губки 1 и 2 (рис. 21) одного захвата своими зубчатыми рейками 3 и 5 взаимодействуют с одним ведущим зубчатым колесом 4, что обеспечивает их симметричное сближение или расхождение. Оба зубчатых колеса двух парных захватов одной позиции находятся на общем валу, который приводится во вращение рейкой 7 на штоке пневмоцилиндра б.

Для обеспечения высокого качества круговых швов сосудов при вварке в них штуцеров и фланцев так же, как и при сварке продольных и кольцевых швов, целесообразно обеспечить хорошее прижатие кромок к подкладке с формирующей канавкой. Два варианта схем приспособлений для сварки круговых швов на сосудах из алюминиевого сплава АМгб показаны на рис. 22, а, б, причем, при сварке изнутри по схеме рис. 22, б термическое расширение кромок обеспечивает их дополнительное прижатие к подкладке, формирующей корень шва. Конструктивно прижимные устройства получаются достаточно сложными (рис. 24, а). Более эффективным для алюминиевых сплавов является прижим кромок оболочечки через кромку фланца (рис. 24, б), однако такая схема может быть использована при толщине соеди-

няемых элементов не более 2 мм. В случае большей толщины соединяемых элементов целесообразно применять фланцы с технологическим выступом (рис. 23, а, б).

При крупносерийном производстве сосудов из низкоуглеродистых сталей штуцеры варивают дуговой или рельефной контактной сваркой (рис. 25, а, б). Рельефная сварка обеспечивает наиболее высокую производительность. Для упрощения центровки при сборке с оболочкой штуцер должен иметь внутренний диаметр несколько больше диаметра отверстия оболочки.

Сосуды со стенкой средней толщины (листы 147 ... 149).

К сосудам со стенкой средней толщины (8 ... 40 мм) относятся: резервуары (лист 147, рис. 1), автоклавы (рис. 2), аппараты химической промышленности (рис. 3, 4), кожухи теплообменных аппаратов (рис. 5). Так же, как и у тонкостенных сосудов, здесь характерными являются продольные, кольцевые и круговые швы, однако приемы сборки, применяемое оборудование и методы сварки иные.

Цилиндрические сосуды обычно собирают из нескольких обечаек и двух полусферических или эллиптических днищ. Обечайки вальцуют из одиночного листа или из сварной карты при расположении швов вдоль образующей. Продольный стык обечайки собирают на прихватках с помощью простейших стяжных приспособлений.

Сборка кольцевого стыка между обечайками является более трудоемкой операцией. Для ее механизации роликовый стенд б (рис. 6) оборудуется скобой 7, установленной на тележке 5. Тележка передвигается вдоль стенда по рельсовому пути 7. Настройка скобы в вертикальной плоскости осуществляется тягой 4. Собираемые обечайки на роликовый стенд б подают краном. Скобу продвигают так, чтобы опора 13 гидро цилиндра 10 оказалась в плоскости собираемого стыка, и закрепляют на первой обечайке включением гидроцилиндра 11. После того, как торцовый гидроцилиндр 2, продвигая вторую обечайку к первой, установит требуемый зазор в стыке, гидро цилиндром 10 выравнивают кромки и ставят прихватку. Поворот собираемых обечаек на некоторый угол для постановки других прихваток требует отвода не только прижимов гидроцилиндров 10 и 11, но и опор 12 и 13. Последнее осуществляется путем небольшого поворота скобы 1 вокруг оси 3 под действием штока поршня гидро цилиндра 10. Шток 9 при движении вниз, встретив неподвижную регулирующую опору 8, поднимает цилиндр, поворачивая скобу 1.

Сварка продольных и кольцевых швов сосудов со стенкой средней толщины выполняется, как правило, с двух сторон. Выполнение первого слоя на весу требует тщательной сборки и ограничения величины зазора по всей длине шва. Поэтому роликовые стенды обычно оборудуют флюсовыми подушками, конструкции которых рассмотрены в главе 3 (см. листы 24, 25). Для выполнения кольцевых швов кроме обычной схемы флюсоремной подушки иногда используют иную конструкцию, показанную на рис. 7. Флюсовая подушка с эластичным лотком поджимается к свариваемым кромкам пневмоцилиндром 4. При этом диск 3 с ложементом 5 поднимается до упора в изделие, а сам цилиндр, благодаря пружинной подвеске, опускается и упирается траверсой 7 в рельсы, фиксируя, таким образом, положение тележки 1. При вращении изделие увлекает за собой диск 3 с ложементом и, поворачивая его вокруг наклонной оси 2, прижимает резиновую камеру б с флюсом к стыку.

Первый слой шва выполняют изнутри обечайки, второй слой сваривают снаружи с частичным переплавлением первого слоя. Сварочную головку для сварки наружного слоя закрепляют на подвижном портале или на консоли тележки велосипедного типа (лист 148, рис. 8).

При автоматической сварке кольцевых швов овальных сосудов необходимо изменять положение оси сосуда относительно сварочных головок и изменять скорость вращения изделия для получения постоянной линейной скорости сварки. Этим требованиям удовлетворяет стенд, показанный на рис. 9. Копирный диск 8 имеет две беговые дорожки: наружную, по которой катится ведущий ролик приводного механизма 4, и внутреннюю — для опорного холостого ролика б. Под действием пружинящего упора 7 копирный диск 8 оказывается зажатым между ведущим и опорным роликами, а его крайние положения ограничиваются холостыми роликами ж. Наружная беговая дорожка копирного диска 8 представляет собой овал, как у изделия. Цистерна, предварительно собранная на прихватках, подается на станок тележкой по рельсам 3 и закрепляется в плавающей скобе 9 зажимным центрирующим приспособлением 2, жестко связанным с копирным диском. Вес изделия уравнивается весом противовеса 1 с помощью подвижных рычагов 10. Оба кольцевых шва свариваются одновременно.

При серийном изготовлении сосудов днища выполняют штамповкой целиком, причем исходная листовая заготовка может быть сварной. В мелкосерийном производстве днища больших размеров нередко собирают и сваривают из отдельных штампованных элементов (рис. 10). На сборочном стенде-кондукторе (позиция I) ставят прихватки подваривают вручную с наружной стороны меридиональные швы для автоматической сварки. После установки и прихватки центрального листа собранное днище переворачивают, подают на стенд позиции II и на него устанавливают второе полусферическое днище для спаривания с первым в полную сферу, причем меридиональные швы обоих днищ совмещаются, а соединение днищ осуществляется планками-коротышами. Собранный шар переносят в кантователь (позиция III) и производят автоматическую сварку меридиональных швов трактором, сначала внутри сферы, затем снаружи. По окончании сварки коротыши удаляют, разъединяя шар на два отдельных днища (позиция IV).

Другая технология сварки шаровых днищ предусматривает использование установки, показанной на рис. 11, я, состоящей из манипулятора и велосипедной тележки с консолью. Манипулятор состоит из поворотной рамы 1, планшайбы 4 и опорной рамы 3 со стойками. Манипулятор обеспечивает вращение днища относительно двух взаимно перпендикулярных осей. При сварке швов, соединяющих лепестки днища, стол манипулятора поворачивается вокруг горизонтальной оси. Сварка швов, соединяющих лепестки со сферическим сегментом, производится при вращении планшайбы вокруг вертикальной оси. Собранные на прихватках днища закрепляют в зажимах 5, после чего производят сварку шва с внут-

ренной стороны на флюсовой подушке 2 (рис. 11, а, б), причем трактор заводится внутрь полусферы через отверстие в поворотной раме манипулятора (см. выносной элемент II). После сварки внутренних швов к манипулятору подводят велосипедную тележку и производят сварку наружных швов. Положение днища при сварке наружных швов показано на рис. 11, в.

В серийном производстве сосудов используют поточные методы производства. На рис. 12 (лист 149) показана конструкция котла железнодорожной цистерны объемом 60 м³. Обечайка цистерны состоит из пяти листов, расположенных в направлении вдоль образующей. Два днища соединяются с обечайкой стыковым швом.

Котел цистерны изготавливают на двух поточных линиях. На первой организовано производство обечайки (рис. 13, б), на второй — сборка и сварка обечайки с днищами и испытание цистерн. Развертка обечайки котла показана на рис. 13, а. Верхние листы 1 и средние листы 2 имеют толщину 8 мм. Нижний лист 3 берется более толстым (11 мм). Листы обечайки после правки в многовалковых вальцах собирают в пакеты толщиной до 150 мм и обрабатывают на кромкострогальных и торцефрезерных станках. Далее листы раскладывают на сборочном стенде 1 (рис. 15), стыковые швы полотнища собирают на прихватках с постановкой заходных и выходных технологических планок. Собранный полотнище с помощью подъемных роликов 2 и тяговых тележек \wedge , движущихся по монорельсу 5, перемещается на стенд 3 для автоматической сварки, схема которого отдельно показана на рис. 14. Кромки листов 1 прижимами 2 прижимаются к стенду, а флюсовые подушки 4 с пневмошлангами 5 обеспечивают плотное поджатие флюса к обратной стороне листов. Четыре сварочных головки 3 одновременно выполняют сварку всех продольных швов. После окончания сварки подъемные ролики 2 (рис. 15) поднимают сваренное полотнище над поверхностью стенда и оно перемещается в кантователь 6 кассетного типа, который кантует полотнище на 180°. Далее полотнище поступает на стенд 7 для сварки швов с обратной стороны. По конструкции этот стенд аналогичен стенду, показанному на рис. 14, но не имеет пневмоприжимов и флюсовых подушек, так как сварка ведется по основному подварочному шву с другой стороны.

Окончательно сваренное полотнище по роликовому конвейеру передается в трехвалковые гибочные вальцы 8, где оно вальцуется в обечайку диаметром 2800 мм без предварительной подгибки кромок. Свальцованная обечайка мостовым краном переносится в сборочный стапель, в котором кромки продольного стыка выравнивают, стягивают и прихватывают с постановкой технологических планок для вывода начала и конца шва. Правильная цилиндрическая форма обечайки обеспечивается последующей калибровкой собранной и сваренной обечайки в гибочных вальцах. Сборка обечайки с днищем показана на рис. 16 и 17. Продольным роликовым конвейером обечайку подают в установку, в которой имеются два центризатора 1 (рис. 17), связанных продольной балкой 4. Днища к обечайке подают в вертикальном положении и первоначально закрепляют винтовыми торцовыми прижимами 3. Затем по секционному включению радиально расположенных пневмоцилиндров 2 производят выравнивание кромок, как показано на рис. 16. После постановки прихваток собранный котел цистерны поступает на сварку кольцевых швов днища с обечайкой, где сначала свариваются швы с внутренней стороны, а затем с наружной.

Сварка арматуры (листы 150, 151).

Сосуды, работающие под давлением, имеют, как правило, большое число штуцеров и люков. К сварным соединениям этих элементов с корпусом предъявляются высокие требования с тем, чтобы они не вызвали снижения прочности сосуда. Примеры конструктивного оформления люков и штуцеров в аппаратах химического производства показаны на рис. 1, а ... г. В варианте по рис. 1, а использовано дополнительное усиливающее кольцо 1, в варианте по рис. 1, б — утолщенный патрубок 2, в варианте по рис. 1, в — вытяжка горловины, в варианте по рис. 1, г — вваренный в оболочку торцовый воротник 3. Если штуцер, ввариваемый в корпус сосуда, имеет фланец для болтового соединения с трубопроводом, то этот фланец заранее приваривается к штуцеру. Схемы сборки под сварку штуцера с плоским фланцем и с буртовым фланцем показаны соответственно на рис. 3, а, б.

Соединение трубы со стенкой сосуда целесообразно выполнять также через штуцер, так как при этом улучшаются условия сварки угловых швов, их контроль и имеется возможность термообработки этих сварных соединений в печах одновременно с термообработкой корпуса сосуда. Варианты штуцерных соединений, применяемые в установках теплоэнергетики, показаны на рис. 2, а ... е. Соединения по типу рис. 2, а используют в барабанах низкого и среднего давления, по типу рис. 2, б, в, г — преимущественно в системах высокого давления. Наиболее технологичным по условиям выполнения сварки и благоприятным по условиям работы шва является соединение типа рис. 2, д, его применяют в элементах, работающих в наиболее тяжелых условиях. Штуцерное соединение с пропуском через стенку трубы или сосуда (рис. 2, е) применяют при большом диаметре штуцера и необходимости усиления отверстия. Из-за высокой жесткости соединения сварка и контроль требуют особой тщательности. Это соединение применимо лишь при возможности доступа к внутренней поверхности для вырубки и подварки корня шва. Качество сварного штуцерного соединения в значительной степени определяется полнотой проплавления и отсутствием дефектов в корне шва. Съемное формирующее кольцо (рис. 4, а, б) позволяет обеспечить центровку соединения при сборке и сварку с полным проплавлением. Хорошие результаты позволяет получить вариант выполнения соединения штуцера с оболочкой, показанный на рис. 5, а, б. В оболочке 2 сверлят отверстие d , которое обеспечивает центровку заготовки штуцера 1, выполненной с разделкой кромок под сварку. После сварки отверстие рассверливается до диаметра D , и соединение имеет вид, показанный на рис. 5, б. При наложении сварного шва изнутри сосуда иногда конец вставленного штуцера осаживается на меньший диаметр (рис. 7, а), а после сварки отверстие подвергается механической обработке до требуемого диаметра D (рис. 7, б).

Отверстия под штуцеры обычно сверлятся на радиально-сверлильных станках, но могут быть и вырезаны кислородной или плазменной резкой.

Для отбортовки кромок отверстий под сборку соединений по типу рис. 1, в используют гидравлический пресс, показанный на рис. 6. Обечайка 3 прижимается к матрице 5 скобой 2 с помощью штока б и гидроцилиндров 1. Пуансон 4 перемещается вниз с помощью штока 7 и двух гидроцилиндров 8, осуществляя операцию отбортовки. Для предупреждения надрывов на кромках отверстий в процессе отбортовки последние должны быть получены механической обработкой.

При большом числе штуцерных соединений сокращения времени на их сборку и сварку достигают путем применения сборочно-сварочных приспособлений. Так, в конструкции, показанной на рис. 8 (лист 151), основой является стяжка 3, на которую надеты неразрезные конусные оправки 4 и 7 и разрезные втулки 1 и 6, удерживаемые кольцевыми пружинами 5, расположенными в пазах. На конусной оправке 4 расположена медная подкладка 2. При затяжке гайки 8 на стяжке 3 из-за натяга конусных соединений само приспособление закрепляется в отверстии барабана и одновременно соосно с отверстием закрепляется привариваемый штуцер 9. В таком положении производят сварку корневого шва на медной подкладке 2, после чего приспособление извлекают и заваривают основной шов. Приспособление для автоматической сварки патрубков с торовыми воротниками показано на рис. 9. Сварочная головка вращается относительно оси хвостовика 1, который центрируется по отбортовке отверстия с помощью основания 5, центрирующей втулки 2 и фигурной медной подкладки 3. Необходимый прижим свариваемых кромок создается затяжкой болта 4.

Арматура, применяемая в энергетическом машиностроении, изготавливается часто в штампосварном исполнении, так как сложная форма отливок из аустенитной или перлитной стали не позволяет избежать образования дефектов. Стенки кованных или штампосварных деталей корпусов не имеют дефектов, характерных для литья, и это способствует повышению их надежности в эксплуатации. На таких конструкциях вместо традиционной многослойной автоматической сварки под флюсом (рис. 10) начинают широко применять электронно-лучевую сварку, которая значительно производительнее. На рис. 11, а, б, в, г показана последовательность изготовления корпуса арматуры в штампосварном исполнении. Толщина стенки 30... 60 мм. Для исключения дефектов в корне шва электронно-лучевую сварку ведут на кольцевой подкладке (рис. 12), удаляемой после сварки механической обработкой.

Теплообменная аппаратура (листы 152, 153)

состоит из комбинации труб, пластин и оболочек. Кожуху трубчатый теплообменник (см. лист 147, рис. 5) расчленяется на основные сборочные единицы: кожух с патрубками (лист 152, рис. 1) и трубный пучок с трубной решеткой (рис. 2). Приемы сборки и сварки кожуха аналогичны рассмотренным выше приемам изготовления сосудов давления со стенкой средней толщины. Сборку трубного пучка (рис. 2) начинают со сборки каркаса, состоящего из трубной решетки 1, стяжек 2 и перегородок ^, закрепляемых на стяжках гайками. В собранный каркас последовательно заводят U-образные трубки 4.

Сварка соединений труб с трубной решеткой является весьма ответственной операцией. Приемы конструирования и выполнения сварных соединений труба — трубная решетка имеют целью или вывести зону сварного соединения из жесткого контура трубной доски (рис. 3, д, в, д, е), или расположить сварные соединения ближе к середине толщины трубной решетки, где напряжения изгиба минимальны (рис. 3, г), или сопроводить сварку технологическими приемами, снимающими остаточные напряжения, например, развальцовкой соединения перед сваркой и после сварки (рис. 3, б). На рис. 4, а ... в показана технология получения выступа в трубной решетке посредством ступенчатой засверловки (рис. 4, о) с последующей выштамповкой более узкой части отверстия над поверхностью зеркала трубной решетки (рис. 4, б). В массовом производстве иногда используют более простые виды соединений, когда торцы труб располагают в плоскости зеркала решетки или с небольшим отклонением от этой плоскости, чтобы применить угловые швы. В зависимости от толщины трубы в этих случаях могут быть рекомендованы варианты соединения, показанные на рис. 5.

В целях экономии коррозионно-стойких сталей в теплообменной аппаратуре нередко используют двуслойные трубы и трубные решетки. Футерование труб проводят методом совместного волочения, при котором две скомплектованные трубы протягивают через калибрующее отверстие фильера (рис. 6). Сварные соединения коррозионно-стойких труб с биметаллическими трубными решетками показаны на рис. 9. Если агрессивная среда находится со стороны наружной поверхности трубной решетки, сварку выполняют торцовым швом (рис. 9, а); при действии агрессивной среды в межтрубном пространстве соединения сваривают стыковым швом по отбортовке (рис. 9, б).

Сварка взрывом труб с трубными решетками (рис. 7) дает возможность соединять разнородные материалы. Подготовка соединения под сварку показана на рис. 7, д. Детонация заряда, размещенного внутри трубы, вызывает ее соударение со стенками конусного отверстия и образование сварного соединения (рис. 7, б, в). Аналогичные соединения выполняют и электроконтактной сваркой. Трубу вначале раздают конусом в коническом отверстии трубной решетки (рис. 8, д), затем в электроконтактной установке с помощью конусного электрода создают импульс тока и усилие осадки, обеспечивая процесс контактной сварки (рис. 8, б). Электроконтактную сварку, как и сварку взрывом, применяют при увеличенной толщине перемычек между отверстиями трубной решетки.

Для компенсации тепловых удлинений труб и уменьшения в них температурных напряжений применяют компенсаторы, состоящие из ряда гибких элементов (лист 153, рис. 10). Изготовить такие компенсаторы можно обкаткой исходной обечайки 3 (рис. 12) между дисковыми роликами на карусельном станке. Давильный наружный ролик 1 выдавливает материал обечайки в пространство между двумя внутренними роликами 2. Другой способ изготовления отдельных элементов упругих компенсаторов основан на совмещении гидравлической формовки заготовки с ее деформированием осадкой жестким инструментом (рис. 11, а, б).

К тепло обменной аппаратуре относятся различные радиаторы. На рис. 13, а показана конструкция элементов прямо трубного радиатора. Приварку труб 1 к коллекторам 2 наряду с дуговой сваркой (рис. 13, б) осуществляют и контактной сваркой оплавлением (рис. 13, в), что позволяет автоматизировать процесс и снизить трудоемкость операции. Контактной сваркой можно выполнять соединения двух видов: стыковые (рис. 14, а) и тавровые (рис. 14, б). Второй вариант соединения является более технологичным, поскольку не требует точной центровки трубы относительно кромок отверстия в коллекторе. Принципиальная схема приварки показана на рис. 15. Коллектор 4 трубчатого типа надевается на вкладыш 3 и вместе с ним зажимается в губках контактной машины 1. Вкладыш имеет цилиндрическое отверстие, внутри которого перемещается пуансон 2. Привариваемая труба 5 устанавливается в электродах б контактной машины, как при обычной стыковой сварке. После выполнения процесса сварки пуансон перемещается внутрь привариваемой трубы, отгибая и плотно прижимая кромки отверстия к внутренней ее поверхности. В результате этой операции закрывается грат, образующийся внутри трубы.

В конструкциях парогенераторов широко применяются сварные газоплотные трубчатые панели. Один из распространенных вариантов изготовления таких панелей — сварка полос-перемычек между гладкими трубами (рис. 16). Вначале двумя сварочными автоматами накладывают подварочные швы (рис. 17), затем таким же образом с обратной стороны выполняют сварку основных швов. Более перспективная технология связана с применением плавниковых труб (рис. 18), позволяющих вдвое сократить объем сварочных работ и повысить качество сварных соединений. Первый шов (рис. 18, д) выполняют на охлаждаемом водой медном ползуне 1 двумя параллельными сварочными головками 2. Второй шов после кантовки панели выполняют с обратной стороны (рис. 18, б).

Толстостенные сосуды (листы 154 ... 157)

При изготовлении толстостенных сосудов (свыше 40 мм) широко используют электрошлаковую сварку, обеспечивающую проплавление всего сечения за один проход. При этом продольные швы толстостенных обечаек в большинстве случаев выполняют электрошлаковой сваркой, тогда как кольцевые швы часто выполняют многослойной сваркой под флюсом. Разделка кромок при многослойной сварке показана на рис. 3, а, б (лист 154) и 4, а, б. На рис. 1 и 2 даны примеры сосудов с толщиной стенки 100 ... 150 мм. Отдельные обечайки изготовляют из листа путем горячей вальцовки или гибки на прессах. В зависимости от размеров сосудов листовую заготовку гнут в нагретом состоянии вдоль длинной или вдоль короткой стороны листа. Первый прием является предпочтительным, так как позволяет уменьшить число более трудоемких кольцевых швов.

Изготовление толстостенного сосуда (рис. 2) высокого давления рассмотрено на рис. 5 (лист 155) и 6 (лист 156), на которых показаны содержание и последовательность выполняемых операций. Обечайки собирают из двух половин, получаемых горячей штамповкой (рис. 5, операция 4) на прессе. После штамповки продольные кромки заготовок обрабатывают на строгальном станке (операция 5). Сборку обечайки производят в горизонтальном положении. Зазор под сварку получают установкой между заготовками прокладок. Собранные обечайки закрепляются сборочными скобами, привариваемыми дуговой сваркой с внутренней стороны обечайки (операция 6). Затем обечайку устанавливают в вертикальное положение под электрошлаковую сварку продольных швов (операция 7 и лист 157, рис. 7). Стол этой установки имеет устройство (рис. 8) для выравнивания положения заготовок. Совмещение плоскостей разделок с плоскостью перемещения мундштуков сварочных автоматов осуществляется регулированием клиновых опор 1 и поворотом стола 2 на роликовых опорах 3.

Общий вид сварочной установки показан на рис. 9. Фермы 2, несущие направляющие рейки 6 сварочных аппаратов 5, кабины 3 лифтов и подъемные краны 4 смонтированы на самоходных тележках 1. Вертикальное перемещение лифта с оператором осуществляется лебедкой 7. Зона сварки уплотняется скользящими медными ползунами, которые могут быть составными с шарнирным креплением для компенсации погрешностей при стыковке кромок.

Для обеспечения уплотнения кольцевого шва необходима точная сборка стыка. Это достигается проточкой внешней и внутренней поверхностей каждой из обечаек на ширине 70 ... 100 мм от торца (рис. 10). Если в качестве внутреннего формирующего устройства используют медные охлаждаемые подкладки, изогнутые по радиусу свариваемого изделия, то их закрепляют с использованием скоб 2 (рис. 11) временного крепления обечаек. Подкладки 1 заводят в отверстия скоб и закрепляют клиньями 3. Техника выполнения кольцевого шва электрошлаковой сваркой рассмотрена в главе 3 (см. листы 31,32). Компоновка сварочной установки при сварке двумя электродами показана на рис. 12.

Многослойные сосуды (листы 158, 159).

Конструкция и технология изготовления толстостенных сосудов, работающих под давлением, непрерывно совершенствуются. Получили распространение толстостенные сосуды (лист 158, рис. 1): а — цельнокованные, б — кованосварные, в — штампосварные, г, д, е — многослойные (различные варианты), ж — однослойные, усиленные навивкой профилированных лент. Кованосварные сосуды (рис. 2, а, б) изготовляют из монолитных цилиндрических обечаек, получаемых путем высверливания центральной части или путем "прошивания" центральной полости пуансоном. Штампосварные сосуды (рис. 3) отличаются тем, что полуобечайки, свариваемые продольным швом, изготовляют из листового проката, качество которого значительно выше качества поковок. Кроме того, сокращаются отходы металла в процессе изготовления.

Многослойные конструкции имеют ряд важных преимуществ перед сосудами с монолитной стенкой. Главные из них: большая надежность в эксплуатации и отсутствие ограничений по увеличению толщины стенки и диаметра. Конструкция толстостенного сосуда, сваренного из многослойных обечаек, показана на рис. 4. Технология изготовления таких обечаек с концентрическим расположением слоев пока-

зана на рис. 5. Внутренняя сварная обечайка с монолитной стенкой (рис. 5, а) изготавливается по обычной технологии. Продольный шов с наружной стороны выполняется заподлицо с поверхностью обечайки. Последующие слои собирают из двух полуобечаек (рис. 5, б, в). Для обеспечения плотного прилегания слоев прихватки ставят при обтяжке собираемого слоя бандажами 1 (рис. 5, в) и 2 с помощью гидроцилиндров 3. Поперечная усадка от сварки продольных швов после снятия бандажей способствует более плотному прижатию слоев (рис. 5, г).

Другой способ получения многослойных обечаек предусматривает изготовление отдельных обечаек и насадку их в нагретом состоянии одна на другую (рис. 6). Для удобства сборки на торце обечайки устанавливают и закрепляют прихватками направляющие планки 1. Более перспективным считается выполнение подобной операции непосредственно в нагревательной печи шахтного типа. В этом случае процесс начинают с установки в печь наружной обечайки, а каждую очередную холодную обечайку опускают внутрь уже собранных и нагретых предыдущих обечаек.

Методом рулонирования обечайки (см. рис. 1, е) изготавливают из стальной ленты толщиной 3 ... 6 мм. Применяемые приемы намотки многослойных обечаек показаны на рис. 7, а... в. Перед началом намотки к внутренней обечайке 7 (рис. 8, а) проплавными точками 3 приваривают внутреннюю клиновую вставку 2. К вставке стыковым швом приваривают кромку рулонной полосы (рис. 8, б). Далее производят намотку заданного числа слоев (рис. 8, в), отрезку рулонной полосы и закрепление ее конца на поверхности обечайки прихватками. Здесь же прихватывают внешнюю клиновую вставку 1 (рис. 8, г) и заваривают замыкающий продольный шов 2. На собранную таким образом обечайку накладывают две половинки наружной облицовочной обечайки, которые сваривают двумя продольными швами друг с другом и с рулонированной частью обечайки (рис. 8, д).

Для соединения многослойных обечаек друг с другом кольцевым швом торцы их обрабатывают по форме разделки кромок, как показано на рис. 9 (лист 159). После этого на специальной установке (рис. 12) на торцы наплавляют слой металла толщиной 15 ... 20 мм и вторично производят механическую обработку. Пример подготовленного к сварке стыка многослойных обечаек показан на рис. 10, а стыка такой обечайки с монолитным фланцем или днищем — на рис. 11.

Сборка под сварку кольцевых стыков многослойных обечаек отличается повышенной трудоемкостью, что связано с большой массой и малой жесткостью обечаек, приводящей к появлению эллипсности поперечного сечения под действием собственной массы. Поэтому многослойные обечайки собирают с применением мощных гидравлических домкратов — распорок и технологических планок 1 (рис. 13, а) большой жесткости, привариваемых угловыми швами больших сечений. Иногда вместо обычных сборочных планок применяют технологические клинья 1 (рис. 13, б), которые при сборке приваривают к наружной стороне наплавленных торцов обечаек угловым швом. При выполнении первого прохода шва автоматической сваркой на роликовом стенде клинья удаляют кислородной резкой при подходе их к зоне сварки.

Изложенная технология производства многослойных сосудов из отдельных обечаек является основной, однако имеются и другие варианты. Технология, показанная на рис. 14, предусматривает изготовление сосуда последовательным наращиванием слоев и исключает сплошные кольцевые швы, проходящие через все сечение.

При изготовлении многослойных сосудов особую специфику имеет приварка патрубков и других деталей со сплошной стенкой. Иногда предлагается каждый слой сосуда приваривать к сплошной детали в отдельности (рис. 15, а). Другая технология предусматривает выполнение предварительной наплавки металла на стенки сосуда и штуцера, X-образную подготовку кромок и последующую вварку штуцера в тело сосуда (рис. 15, б).

Корпусное оборудование АЭС (листы 160, 161).

Оболочки реактора и парогенератора энергоблока (лист 160, рис. 1) атомной электростанции (АЭС) изготавливаются с помощью сварки и являются примером особо ответственных конструкций, работающих в условиях высоких температур и давлений в течение длительного времени. Постоянно увеличиваются их масса и размеры (рис. 2). Корпус атомного реактора представляет собой толстостенную цилиндрическую обечайку со сферическими днищами и большим числом патрубков (рис. 3). Расчленение корпуса на отдельные заготовки производят, исходя из возможностей технологического оборудования (рис. 4). Поскольку в цилиндрической оболочке при наличии внутреннего давления продольные швы нагружены растягивающими напряжениями, вдвое превышающими напряжения в кольцевых швах, в СССР принята технология изготовления бесшовных обечаек, получаемых методом свободнойковки на прессе. Внутренняя поверхность обечаек для повышения коррозионной стойкости подвергается автоматической дуговой наплавке аустенитным ленточным электродом (рис. 5).

Отдельные обечайки, имеющие толщину 300 мм и более, соединяют многослойной автоматической сваркой под флюсом. Разделка кромок и сечение кольцевых сварных швов показаны на рис. 6.

Конструкция и технология изготовления парогенератора аналогичны, однако стенка имеет меньшую толщину и разделка кромок кольцевых стыков предусматривает одностороннюю многослойную сварку с подваркой корня шва изнутри (лист 161, рис. 7).

Вварка патрубков диаметром 250 ... 500 мм может производиться по двум схемам (рис. 8, а, б). Схема на рис. 8, а, принятая в зарубежной практике реакторостроения, предусматривает применение вварных патрубков сложной формы с ручной дуговой сваркой криволинейного стыка. В СССР используют механизированную многослойную приварку приставных патрубков (рис. 8, б). При этом исходное отверстие обечайки (рис. 9, а) отбортовывают на прессе фигурным пуансоном (рис. 9, б) и далее производят механическую обработку кромок, как показано на рис. 9, в. Для исключения ручной подварки корня шва и предотвращения прожогов при первом проходе диаметр патрубка и отверстие в обечайке делают меньше расчетного. После приварки патрубка отверстие растачивается до расчетного значе-

ния. Существенно снизить трудоемкость позволяет применение способа электрошлаковой выплавки патрубков (рис. 10). В просверленное отверстие заводят металлическую пробку 2, на которой начинают электро-шлаковый процесс. Форму и размеры патрубка придают медным охлаждаемым кристаллизатором 1. После выплавки в патрубке сверлят и растачивают отверстие.

За рубежом корпуса мощных реакторов изготавливают из поковок, соединяемых не только кольцевыми, но и продольными швами. Толстые заготовки металла для корпусов получают прокаткой или ковкой с последующей формовкой на прессе. Так, у корпуса реактора, показанного на рис. 11 (ФРГ), элементы нижнего сферического пояса и нижнего днища сделаны из проката, фланцы, обечайка патрубковой зоны и другие обечайки -из поковок. Продольные швы выполняют в основном электрошлаковой сваркой с последующей закалкой и отпуском. Однако в связи с тем, что соединения при многослойной автоматической сварке под флюсом имеют более высокую прочность и пластичность, а также в связи с возросшей производительностью дуговой сварки ее применили для сварки продольных швов при толщине металла заготовок до 400 мм. Характерная форма разделки кромок и схема наложения слоев показаны на рис. 12, д. Такая технология требует частой кантовки изделия, чтобы чередовать заполнение разделки с внутренней и наружной стороны.

Этих недостатков не имеет способ сварки под флюсом вертикальных швов в нижнем положении, называемый способом "сабворт". Разделка кромок приведена на рис. 12,б. Кромки свариваемого стыка располагают вертикально, как и при электрошлаковой сварке. Отдельные слои накладывают в разделке перпендикулярно к оси обечайки вдоль толщины ее стенки, начиная от нижнего края стыка. Первые два валика выполняют на подкладке. Сверху ведут по узкому зазору. В каждом слое накладывают два валика толщиной по 4 мм в направлении от оператора. Кольцевые швы выполняют автоматической сваркой под флюсом. Разделка кромок предусматривает или применение стальных подкладок (рис. 13, а, б), или подварку корня шва (рис. 13, в).

При сварке сферической крышки с фланцем корпуса реактора (рис. 14) толщина свариваемого металла составляет 670 мм. Шов выполняют дуговой сваркой под флюсом в узкий зазор сварочным аппаратом, обеспечивающим раскладку в каждом слое по три валика. После сварки корень шва удаляют механической обработкой.

ТРУБЫ

Трубы с двумя продольными швами (\varnothing 1020 ... 1420 мм) (листы 162, 163).

Развитие трубопроводного транспорта требует увеличения производства труб больших диаметров из низколегированных сталей. Для магистральных трубопроводов трубы выполняют сваркой под флюсом, шов располагают или по образующей, или по спирали. Из-за ограниченной ширины листов прямошовные трубы диаметром до 820 мм сваривают одним продольным швом, диаметром более 820 мм — двумя швами. Челябинский трубопрокатный завод выпускает прямошовные трубы длиной 12 м и диаметром до 1220 мм. Заготовительные операции выполняются в поточной линии с применением комплексной механизации.

С железнодорожной платформы листоукладчиком с траверсой и магнитными захватами листы по одному подают на роликовый конвейер линии (лист 162, рис. 1, операция 1). После правки (операция 2) лист следует в кромко-строгальный станок (операция 3). Строжка кромок и снятие фасок под сварку производятся при рабочем движении листа, задаваемом валками. Большое число последовательно расположенных пар неподвижных резцов 1 снимают общий припуск, равный 25 мм.

Формовка листа в трубную заготовку происходит за три операции. Операция 4 подгибки кромок выполняется в процессе движения листа через кромкогибочный стан. На выходе из стана подгибки кромок лист захватывается упором цепного конвейера и подается под пресс (операция 5), выталкивая при этом ранее сформованную заготовку. Лист 1 изгибается пуансоном 2 с помощью роликов. Формовка производится до упора листа в постель 4. Третья формовочная операция — окончательная формовка половины трубы (операция 6).

Два отформованных корыта подаются на две параллельные нитки входных роликовых конвейеров сборочного устройства (операция 7). Кромки заготовок выравнивающим приспособлением устанавливаются в одной горизонтальной плоскости и в таком положении заготовки роликовым конвейером подаются в раскрытое сборочное устройство для выполнения операции 8. Штоки 1 пневмоцилиндров, поворачивая рычаги 2, устанавливают заготовки в исходное для подачи в сварочный стан положение, образуя цилиндрическую трубу с вертикальным разъемом, задаваемым деталями 3 и 4.

Собранная труба в сварочный стан подается (операция 9) упором 1 цепного заталкивателя 2 со скоростью, несколько превышающей скорость сварки. При этом направляющий нож 1 (операция 10) стана для сварки первого наружного шва попадает в зазор между верхними кромками заготовок, направляя стык под сварочную головку. Движение трубы обеспечивается приводными горизонтальными валками стана, причем щель между кромками по мере продвижения заготовки уменьшается благодаря боковому давлению вертикальных приводных валков и в зоне сварки зазор отсутствует. Вытекание сварочной ванны предотвращают установленной на раме 2 оправки замкнутой лентой 3 из шарнирно скрепленных пластин с медными накладками. Движение трубы увлекает ленту, и под сварочной ванной всегда находится охлажденная пластина.

Сварку под флюсом ведут двумя дугами, горящими в одной сварочной ванне, что при толщине стенки 12 мм обеспечивает хорошее формирование шва при скорости сварки 170 ... 190 м/ч. Сваренная первым наружным швом заготовка поворачивается разъемом вверх и роликовым конвейером подается к такому же стану для сварки второго наружного шва. К установке для сварки внутреннего шва (операция 11) труба поступает после разворота швом вниз. В таком положении со скоростью сварки труба надвигается на сварочную головку, закрепленную на длинной штанге. Таким же образом выполняется и второй внутренний шов.

После контроля и исправления дефектов трубы подвергают правке для обеспечения требуемой формы поперечного сечения и допуска на диаметр. Этой операции предшествуют торцовка и снятие фасок по концам труб (операция 12) и снятие усиления на концах внутренних швов (операция 13). Правка (операция 14 и 15) выполняется в гидравлическом прессе-расширителе. Трубу 1 заключают в толстостенную матрицу 2, вводят конусные заглушки, уплотняющие и калибрующие ее концы. Внутренним давлением раздают диаметр на 1 ... 1,2 %, чем достигается правка трубы по всей длине и калибровка по диаметру. Затем давление снижают до испытательного и дают выдержку около 30 с.

Технологические операции изготовления труб на Харцызском трубном заводе приведены на рис. 2 (лист 163). Технология изготовления двенадцатиметровых прямошовных труб диаметром 1020 ... 1420 мм на Харцызском трубном заводе отличается последовательностью выполнения швов, приемами формовки и калибровки труб, а также организацией контроля качества. Листы после выборочного ультразвукового контроля (рис. 2, операция 1) и правки (операция 2) центрируются и проходят через станок для обработки кромок, снятия фасок и нанесения риски (операция 3), используемой при автоматическом направлении электрода по стыку.

Формовка полуцилиндрических заготовок (операция 4) происходит в роликах семиклетьевого стана, откуда они попарно поступают на сборку (операция 5) и прихватку технологическими швами, выполняемыми или ТВЧ, или в среде углекислого газа в одном из двух агрегатов, установленных параллельно друг другу. При выполнении технологических швов ТВЧ (операция 6) стыки располагают в горизонтальной плоскости и сваривают одновременно с последующим удалением внутреннего грата (операция 7). При выполнении технологических швов в CO_2 (операция 8) стыки располагают в вертикальной плоскости и сваривают последовательно с кантовкой на 180° шестью однодуговыми аппаратами, установленными через каждые два метра, при движении трубы со скоростью сварки на длине, несколько превышающей расстояние между сварочными головками.

После визуального контроля технологических швов и приварки технологических планок (операция 8) трубы поступают на сварку внутренних рабочих швов (операция 9), где перемещение трубы со сварочной скоростью обеспечивается цепным заталкивателем, а прием и выдача трубы с маршевой скоростью — роликовым конвейером. Сварку осуществляют трехдуговым аппаратом А-1448 "на спуск", слежение за направлением электродов по стыку производится автоматически или визуально путем совмещения вертикальной линии "креста" на экране телевизора с риской на внутренней поверхности трубы. После выполнения каждого рабочего шва поверхность трубы очищают на установках с поворотной рамой (операция 10). Станы для выполнения наружных рабочих швов (операция 11) отличаются только расположением сварочного аппарата, за положением электродов относительно стыка сварщик следит с помощью светоуказателя.

Предварительно охлажденные водой и моющим раствором (операция 12) трубы проходят сплошной ультразвуковой контроль (операция 13) наружных и внутренних рабочих швов с отметкой дефектных мест краской. При наличии дефектных отметок труба направляется на рентгенотелевизионную установку для расшифровки (операция 14). После обрезки концов трубы и снятия усиления внутреннего шва на длине 150 мм фрезерными головками (операция 15) внутренняя поверхность трубы промывается на поворотной секции роликового конвейера с помощью гидромонитора и подается на калибровку, осуществляемую гидромеханическим экспандером путем последовательной раздачи по всей длине (операция 16). Для этого трубу шагами надвигают на калибровочную головку экспандера. При неподвижной трубе шток силового цилиндра перемещает центральный граненый клин и раздвигает рабочие сегменты, обеспечивая раздачу участка трубы до заданного диаметра. Откалиброванные трубы проходят гидроиспытание внутренним давлением, а затем контролируются повторно ультразвуком с целью выявления дефектов, раскрывшихся в процессе калибровки и гидроиспытания. Обработка кромок концов труб (операция 17) выполняется одновременно двумя вращающимися резовыми головками.

Спиральношовные трубы (лист 164).

Сборка и сварка труб из рулонной стали спиральным швом позволяет получать трубы большого диапазона диаметров из полосы одной ширины. При использовании такого метода процесс изготовления идет непрерывно, обеспечивая требуемую точность размера и формы трубы без последующей калибровки. Непрерывность процесса сварки спирального шва при смене рулонов и стыковке их концов обеспечивается наличием компенсационной петли или летучей установки. На рис. 1 показан процесс изготовления спираль но шовных труб большого диаметра (520 ... 1420 мм) на станах Волжского трубного завода. Полоса из рулона 1 с помощью валков 4 подается в правильные валцы 2 и летучий агрегат 3, обеспечивающий механизацию обрезки, сборки и сварки концов полос после замены рулона без остановки процесса формовки и сварки трубы. Схема такого агрегата, объединяющего гильотинные ножицы /, сварочную установку с калибровочными ножницами // и суппорт III, показана на рис. 2.

Концы полос 1 и 2 последовательно проходят обрезку на ножницах / и закрепляются прижимами калибровочных ножниц // (рис. 1,а). После выполнения калибровочного реза обоих концов сразу пере-

движением суппорта /// до упора (рис. 2, б) задний конец полосы 1 устанавливается по оси канавки подкладки сварочной установки. Соответственно перемещением до упора гильотинных ножниц / передний конец полосы 2 подается в сварочную установку с обеспечением требуемого зазора в стыке, концы полос зажимаются, и производится сварка. При выполнении всех этих операций агрегат движется вместе с полосой 1, а затем отпускает ее и возвращается в исходное положение.

После обрезки продольных кромок дисковыми ножами 5 (рис. 1) полоса правится в вальцах 6 и калибруется по ширине обкаткой (рис. 3) роликами 7 (рис. 1). Затапливающие валки 8 подают полосу в формирующее устройство 9 с обоями роликов, работающими по схеме трехвалковых гибочных вальцов (рис. 4, а, б), что обеспечивает правильную форму трубы и возможность ее сборки с плоской полосой практически без смещения кромок. Однако смещение отсутствует только в том случае, если кромки стыка собираются с зазором, обеспечивающим свободу перемещения каждой из них. Для качественного выполнения шва наличие зазора также желательно, но при условии жесткого допуска на его величину. Величина зазора фиксируется специальным датчиком в виде роликов, перекачиваемых по стыкуемым кромкам. В случае отклонения величины зазора от заданной автоматически включается механизм перемещения люнета, задающего поворот вокруг оси всего устройства, поддерживающего сформованную часть трубы. Датчик положения кромок одновременно используют для направления по шву сварочной головки, накладывающей технологический прихваточный шов. Рабочие швы выполняются при визуальной коррекции направления сварочных головок по стыку. В процессе выполнения спирального шва осуществляется непрерывный ультразвуковой контроль с автоматической маркировкой краской мест обнаружения дефектов.

Спиральный шов выполняется сваркой под флюсом тремя сварочными головками. Головки 1 (рис. 5, в) и 3 крепятся на штанге, вводимой внутрь трубы, головка 2 расположена снаружи. Внутренний шов / (рис. 5, а, б), приваривающий кромку полосы к сформованной трубе, имеет малое сечение и является технологическим. Его назначение — устранить возможность взаимного перемещения кромок и предотвратить вытекание сварочной ванны при сварке наружного рабочего шва //. Внутренний рабочий шов /// варит двуэлектродная головка, обеспечивая хорошее формирование и полный переплав технологического шва. Такая технология позволяет гарантировать отсутствие кристаллизационных трещин при сварке низколегированных сталей со скоростями около 110 м/ч. Выходящая из стана непрерывная труба летучим устройством 10 (рис. 1) разрезается на трубы мерной длины.

Увеличение давления в магистральных трубопроводах требует увеличения толщины стенки. Так как толщина полос рулонной стали обычно не превышает 14 мм, то возникла необходимость спиральношовные трубы диаметром 1420 мм и более изготавливать или из рулонной стали в несколько слоев, или из отдельных листов требуемой толщины.

Изготовление двуслойных спиральных труб с общей толщиной стенки до 28 мм производится на стане Новомосковского трубного завода им. 50-летия Советской Украины. Схема стана показана на рис. 6. Каждая из двух последовательно расположенных линий подготовки полосовой рулонной стали аналогична рассмотренной выше линии (рис. 1) и отличается только верхним у внутренней полосы и нижним у наружной полосы расположением скоса кромок под спиральные швы, а также технологией выполнения поперечных стыков полос из-за необходимости обеспечения плотного прилегания слоев друг к другу. В линии подготовки наружного слоя трубы необходимо удалять усиление шва, а провар всей толщины не обязателен. Напротив, в линии подготовки внутреннего слоя проплавление всей толщины необходимо, удалять усиление шва не требуется.

Также в отличие от стана, приведенного на рис. 1, все операции по стыковке концов полосы при замене рулонов выполняются с остановкой ленты. Непрерывный процесс формовки трубы и сварки спиральных швов обеспечивается благодаря компенсационной петле, которая при размотке рулонов накапливается постепенно и к моменту окончания размотки достигает длины, достаточной для работы стана во время смены рулона и стыковки полос. После прохождения компенсационной петли обе полосы подающими валковыми устройствами затапливаются совместно в формовочное устройство таким образом, чтобы спиральные стыки наружного и внутреннего слоев оказались сдвинуты на шаг, равный 100 мм. Сварку трубы на стане (рис. 6) осуществляют только технологическими прихваточными швами, выполняемыми в углекислом газе. Рабочие швы выполняют на отдельном рабочем месте (рис. 7) после разрезки непрерывной трубы. Сварку ведут под флюсом двумя дугами с полным переплавом технологических швов. Концы двуслойных труб замоноличивают укладкой кольцевого шва (рис. 8, а), устраняющего зазор между слоями, после чего на торце делают разделку кромок (рис. 8, б) под сварку стыковых швов на монтаже.

Толстостенные и многослойные трубы (лист 165).

Непрерывный процесс сварки спиральношовных труб из отдельных листов толщиной до 28 мм осуществляют на специальном стане Волжского трубного завода (рис. 1). Листы по одному подаются на роликовый конвейер листо-укладчиком, центрируются и поступают на участок фрезеровки торцов (рис. 2), на котором каждая пара кромок, подлежащих стыковке, обрабатывается одновременно. Кромки фиксируются откидными упорами 1, зажимаются зажимами 2 и обрабатываются фрезерными головками 3. Затем листы попарно подаются к неподвижной сварочной установке (рис. 3), где производится сборка и сварка стыка между ними на медной подкладке под флюсом с постановкой заходных технологических планок. После этого карта из двух листов роликовым конвейером подается на летучую сварочную установку (рис. 4), предназначенную для сборки и сварки стыков между задним концом непре-

рывной полосы и очередной картой из двух листов. В процессе выполнения этой операции летучая установка движется вместе с концом полосы, причем секции поддерживающего полосу роликового конвейера автоматически опрокидываются, пропуская ее, и поднимаются вновь для поддержания привариваемой карты. После прохождения механизма, отламывающего технологические планки, непрерывная полоса проходит те же операции обработки продольных кромок под сварку, формовки трубы, двусторонней сварки спирального шва, его контроля и резки на мерные части, которые были описаны выше.

Многослойные трубы больших диаметров могут изготавливаться из отдельных обечаек (рис. 5). Многослойную обечайку получают методом навивки полосы толщиной 4 ... 5,5 мм с закреплением внутреннего и наружного витка продольными сварными швами. Изменяя толщину ленты и число слоев, можно изготовлять трубы (рис. 6) различных диаметров, рассчитанные для работы при давлении 120 МПа и более. Схема производства таких труб из полосы шириной 1,7 м показана на рис. 7.

Рулоны со склада подают на разматыватель, после которого полоса последовательно проходит многовалковую правильную машину и ультразвуковой контроль. Далее гильотинными ножницами полоса разрезается на мерные отрезки с последующей формовкой многослойной обечайки. Обечайка выполняется намоткой отрезка полосы на барабан, наружный диаметр которого соответствует внутреннему диаметру будущей трубы. После намотки внутренний и наружный концы полосы закрепляют прихватками с торцов, а диаметр барабана, который имеет цанговую конструкцию, уменьшают. Обечайку снимают с барабана и передают на установку для сварки наружного нахлесточного шва. Сварке аналогичного внутреннего шва предшествует операция экспандирования на механическом экспандере для обеспечения плотного прилегания отдельных слоев.

Внутренний сварной шов должен обеспечить герметичность трубы. Его качество контролируется ультразвуковым дефектоскопом и вакуум-пузырьковым методом. Торцы обечайки подвергают механической обработке под дуговую сварку кольцевых швов.

Отдельные многослойные обечайки поступают на позицию сборки трубы, где они свариваются в трубную заготовку технологическим прихваточным швом. Рабочие кольцевые швы выполняют с двух сторон: сначала — внутренние швы, затем — наружные. После сварки трубы проходят рентгеновский контроль, гид ро испытания, механическую обработку торцов и поступают на склад готовой продукции.

Высокочастотная сварка труб ϕ 36 ... 529 мм (лист 166).

Сварные трубы малых и средних диаметров применяются в заводских технологических трубопроводах, в строительстве, в теплоэнергетике. Заготовкой трубы является полоса в рулоне, которая в процессе движения через систему фигурных роликов формируется в трубную заготовку (рис. 1, 2) под сварку одним продольным швом. В производстве труб весьма эффективна сварка токами высокой частоты (ТВЧ), необходимым условием процесса является клиновидный зазор между свариваемыми кромками (рис. 3). Применение частоты 450 Гц обеспечивает высокую степень концентрации тока на кромках и быстрый нагрев металла в зоне сварки. Сварное соединение образуется при обжатии оплавленных кромок в валах 1 стана при скорости движения трубы до 120 м/мин. Подвод тока к грубе может осуществляться скользящими контактами 2. Однако в связи с тем, что контакты быстро выходят из строя, чаще используют бесконтактный индукционный способ подвода энергии в зону сварки (рис. 4, д). Кольцевой индуктор охватывает трубную заготовку, внутри трубы размещают сердечник из ферромагнитного материала. На трубах больших диаметров индуктор 2 (рис. 4, б) с сердечником 1 располагают внутри трубы 3.

В теплообменных агрегатах применяют оребренные трубы. Для приварки ребер к готовой трубе также используют сварку ТВЧ. Схемы приварки продольных и спиральных ребер к трубам приведены на рис. 5, а ... в.

Поскольку сварное соединение при сварке ТВЧ образуется в процессе сжатия оплавленных кромок, на внутренней и наружной поверхностях трубы остается грат. Удаление внутреннего грата производят или резцом, или закаткой роликами. Резцы или ролики закрепляют на внутренней штанге непосредственно за зоной сварки (рис. 6, а, б). Иногда операция снятия внутреннего грата выполняется после резки непрерывной трубы, выходящей из трубосварочного стана, на отдельные мерные трубы. В этом случае в закрепленную неподвижную трубу вводят на штанге резцовую головку (рис. 7, а). При входе головки в трубу скользящий башмак б торцом трубы 1 отклоняется по часовой стрелке (рис. 7, б), пружина 5 свободна и не поддерживает резцедержатель 3 с резцом 2. В таком положении резцовая головка проходит всю трубу и выходит из нее с противоположной стороны (рис. 7, в). При возвратном ходе резцовой головки осуществляется рабочий ход. Опорный башмак б торцом трубы отклоняется против часовой стрелки и сжимает пружину 5, которая прижимает резец к внутренней поверхности трубы (рис. 7, г). Срезанный грат удаляется из трубы щеткой 4. Конструкция гратоснимателя показана на рис. 8, обозначения элементов соответствуют рис. 7.

В установках индукционной сварки труб при скорости процесса 120 м/мин необходимо обеспечить разрезку трубы на мерные длины с периодичностью в 6 с. Высокую производительность обеспечивает метод разрыва труб с разогревом узкой перемычки кольцевым индуктором 1 (рис. 9).

Печная, газозлектрическая и контактная сварка труб средних и малых диаметров (лист 167).

По скорости сварку ТВЧ превосходит непрерывный процесс печной сварки, с помощью которого изготавливают из низкоуглеродистой стали водогазопроводные трубы диаметром 6 ... 114 мм. Схема расположения оборудования при изготовлении таких труб показана на рис. 1. Горячекатаный штрипс из рулона 1 проходит разматыватель 2, правильную машину 3 и гильотинные ножницы 4 для обрезки концов под

стыковую контактную сварку, выполняемую на машине 5. В зажимах этой машины одинаковая установочная длина концов полосы и параллельность торцов обеспечиваются прижатием к калибровочному ножу 1 (рис. 2), причем прижатие создается силами упругости петель 2, специально образуемых перед сваркой. Совпадение кромок по высоте обеспечивается расположением в одной плоскости нижних электродов.

После завершения процесса сварки методом непрерывного оплавления ножами гратоснимателя производится удаление грата одновременно с обеих сторон полосы (рис. 3). Непрерывность дальнейшего процесса изготовления трубы во время стыковки концов полосы обеспечивается наличием петель б и 7 (рис. 1).

Полоса протаскивается через нагревательную печь 8 при помощи формовочно-сварочного стана 9. В печи полоса нагревается по ширине неравномерно. Кромки, нагретые больше, обеспечивают качественную сварку. Менее прогретая середина предотвращает разрыв полосы при ее протягивании через печь и формовочно-сварочный стан. Перед формовкой (рис. 4) кромки полосы обдуваются горячим воздухом из сопел 1 для удаления окалины и повышения температуры. В первой паре роликов 2 полоса формируется, а во второй паре 3 — сворачивается, причем вторичный обдув из сопла 4 обеспечивает повышение температуры до 1500 ... 1520 °С.

Скорость сварки достигает 300 м/мин, причем производительность процесса может быть значительно повышена, если в состав агрегата печной сварки входит редуцирующий стан, работающий с натяжением. В этом случае скорость выхода трубы из стана можно повысить до 420... 1200 м/мин. Сваренную бесконечную трубу режут в потоке пилой 10 (рис. 1) на мерные длины и затем по роликовому конвейеру передают к холодильнику 11, а после охлаждения — на отделочные операции. Окончательную калибровку геометрии трубы производит калибровочная головка (рис. 5), состоящая из двух кассет, в каждой из которых имеется по четыре правильных ролика.

Для изготовления труб из высоколегированных коррозионно-стойких сталей и цветных сплавов с толщиной стенки 0,2 ... 5 мм применяют дуговую сварку вольфрамовым электродом в инертном газе (рис. 6). Кромки сформованной трубной заготовки или оплавливают электрической дугой и затем сваривают давлением формующих валков, или обе кромки сваривают с образованием общей сварочной ванны. Для улучшения качества защиты при сварке труб из активных материалов, например из сплавов титана, зону сварки закрывают в камеру, заполненную инертным газом (рис. 7). Недостатком метода аргонодуговой сварки является недостаточно высокая скорость процесса (0,5 ... 1,5 м/мин).

Контактную сварку сопротивлением при использовании токов промышленной частоты (рис. 8) также применяют для производства электросварных труб (рис. 8,а). К кромкам сформованной трубной заготовки сварочный ток подводят через электродные кольца 1 (рис. 8, б), разделенные изолирующей прокладкой 2. Стык кромок между электродными кольцами нагревается до сварочной температуры, обжимается валками и электродными кольцами, образуя продольный сварной шов.

Сварные плоскосворачиваемые трубы применяют при прокладке промышленных и газосборных трубопроводов. Схема изготовления таких труб показана на рис. 9. Две стальные ленты из рулонов 1 накладываются одна на другую и свариваются двумя продольными швами на роликовой контактной машине 2. По мере сварки трубная заготовка проходит правильное устройство 3 и свертывается в рулон 4. Контроль плотности швов готовой свернутой в рулон трубы производится путем присоединения к одному из концов трубы сети сжатого воздуха. При этом рулон закрепляют в жесткой обойме, предотвращающей его разворачивание или раздутие трубы. Показание манометра, присоединяемого к другому, предварительно заглушенному концу трубы, позволяет установить отсутствие или наличие неплотностей. Такие трубы могут иметь толщину стенок до 4 мм, диаметр до 400 мм и длину до 300 м. На месте укладки трубопровода рулон размытывают и трубу раздувают (рис. 10). Отдельные плети соединяют друг с другом или сваркой плоских концов труб до их раздутия, или с помощью фланцевых соединений.

СТЫКИ ТРУБ

Сооружение магистрального трубопровода (лист 168).

Магистральные газо- и нефтепроводы (рис. 1) прокладывают от районов добычи до крупных промышленных зон на расстояния в несколько тысяч километров. В СССР такие трубопроводы сооружают в основном из труб диаметром 1020 ... 1420 мм. Укладка трубопроводов может или осуществляться последовательным наращиванием отдельных труб, или быть секционной. В первом случае все стыки сваривают без вращения труб, во втором — отдельные трубы длиной 12 м после выгрузки из вагонов (рис. 2) доставляют на временные полевые базы, собирают в секции длиной 36 м и затем перевозят непосредственно на трассу трубопроводными машинами (рис. 3).

При соединении секций в непрерывную нитку в основу организации сварочно-монтажных работ положен поточный метод. Сооружаемый трубопровод является как бы неподвижным конвейером, вдоль которого движется механизированная колонна, ритмично выполняя все технологические операции с производительностью примерно 1 км в сутки (рис. 4).

Секции труб, доставляемые на трассу трубопроводными машинами (рис. 3), укладывают вдоль трассы (рис. 4) под углом 15 ... 20° на раскладочные опоры (рис. 6) трубоукладчиком (рис. 5). После зачистки концов при сварке труб из низколегированных сталей выполняют подогрев концов труб (рис. 4 и 7, а ... г) перед сваркой. Закончив сварку корневого шва, опускают свободный конец секции на монтажную опору (рис. 4 и 8). После завершения сварки (рис. 4) трубопровод поднимают трубоукладчиками,

убирают монтажную опору, а трубопровод изолируют и укладывают в траншею. После засыпки траншеи выполняют рекультивацию почвы.

Трубосварочная база (лист 169),

Полевые трубосварочные базы предназначены для соединения отдельных труб в секции с применением автоматической сварки и механизации сборочных и транспортных операций. Существует несколько конструкций передвижных или полустационарных полевых баз. В качестве примера рассмотрим работу трубосварочной базы БТС-143.

Трубосварочная база БТС-143 (рис. 1) состоит из линии обработки кромок /, линии сварки двутрубных секций // и линии сварки трехтрубных секций III. Трубы из накопителя 3 поступают на роликовый конвейер с приводными 1 и не приводными 2 транспортными роликами и подаются к станкам 4 и 5 подготовки кромок. Торцы первой трубы обрабатывают с помощью станка 5, торцы второй — станка 4. После обработки кромок первая труба проходит в конце линии / и там передается на линию //. Вторую трубу перемещают для обработки второго торца к станку 5 и затем вслед за первой трубой — на линию //. Третья труба после обработки кромок на станке 4 поступает на линию III.

Разделка кромок трубы в зависимости от толщины ее стенки, выполняемая на станках 4 и 5, показана на рис. 2, а ... в.

На линии II собирают и сваривают стык между первой и второй трубой с помощью центратора 10 наружной 8 и внутренней 9 сварочных головок. Сваренная из двух труб секция передается на линию ///, на которой она собирается и сваривается с третьей трубой так же, как и в предыдущем случае.

Рассмотрим более детально работу механизмов трубосварочной базы в соответствии с технологическим процессом (рис. 8). Схема отсекающего, обеспечивающего выдачу очередной трубы из накопителя, показана на рис. 3. После того как труба 1 роликами 5 роликового конвейера передана на другую позицию, поворот системы рычагов с помощью пневмоцилиндра 4 приводит к выдаче очередной трубы 2 для укладки на роликовый конвейер и перемещению на шаг всех труб накопителя. При обратном ходе пневмоцилиндра 4 происходит плавное опускание трубы 2 (масса трубы около 10 т) на роликовый конвейер и отсечение трубы 3.

Схема работы перегружателя б (рис. 1) труб с одного роликового конвейера на другой показана на рис. 4. Рычаг 1 поднимает трубу с роликового конвейера и перекачивает ее на соседнюю линию.

Внутренний гидравлический центратор 10 (рис. 1) имеет механизм с радиальным приложением сил к кромкам труб двумя рядами центрирующих элементов (башмаков). Первая поданная на центратор труба закрепляется первым рядом центрирующих элементов (рис. 5). Вторая труба подается до упора в первую и закрепляется левым рядом центрирующих элементов, как показано на рис. 6. У стыкуемых труб устраняется возможная эллипсность торцов и совмещаются кромки. Далее трубы поднимаются (рис. 7) гидроподъемниками (рис. 13) с роликами, включается привод вращения роликов 7 (рис. 1) роликового вращателя (рис. 10) и выполняется сварка первого наружного слоя шва (рис. 11). После окончания сварки этого слоя внутренний центратор освобождается и перемещается вправо так, чтобы закрепленная на нем головка для сварки внутреннего слоя совпала с плоскостью стыка (рис. 12). Снова включается привод вращения, и производится одновременная сварка внутреннего и второго наружного слоя (рис. 9). Сваренная двутрубная секция опускается на ролики привода (рис. 14) продольного перемещения, по которым она поступает к перегружателю на линию сборки и сварки с третьей трубой, где операции выполняются по аналогичной технологии.

Центраторы (лист 170).

Сборка под сварку труб магистральных трубопроводов является ответственной операцией, во многом определяющей качество получаемого стыкового шва. Как на полевых трубосварочных базах, так и на трассе для сборки труб под сварку кольцевого шва применяют наружные или внутренние центраторы.

Наружные центраторы бывают многозвенные и жесткие. Многозвенный центратор (рис. 1) имеет звенья 2, шарнирно соединенные между собой в замкнутую цепь с помощью замкового устройства с винтовым упором 3.

Центровка труб производится роликами 1, располагаемыми симметрично относительно оси собираемого стыка. Жесткий центратор (рис. 2) состоит из двух стальных полуколец 3 и 5, с выступами а, соединенных между собой шарниром 4. Центровку собираемых под сварку труб производят при замыкании полуколец вокруг стыка с помощью накидного замка 2 и гидравлического силового цилиндра 1.

Достоинством наружных центраторов является возможность их использования на радиусных участках трубопровода, на которых применение внутренних центраторов затруднено. Однако внутренние центраторы обеспечивают более точное совмещение кромок труб и возможность выполнения сварки снаружи без предварительной прихватки. Внутренний центратор или закрепляют на штанге, как это было показано на рис. 5 (лист 169), или перемещают внутри трубы, используя для этого опорные, а иногда и приводные ролики.

Внутренние центраторы могут быть с механическим, гидравлическим или пневматическим приводом центрирующего механизма.

Гидравлические центраторы имеют два ряда центрирующих элементов (башмаков). Каждый ряд разжимается отдельным коническим клином. В центраторе, схема которого приведена на рис. 4 (лист 170), последовательное разжатие правого и левого рядов башмаков достигается подачей масла под давлением в полости А и Б. Движение конусов 1 и 3 через ролики передается башмакам 4 и 5, центрирующим кромки собираемых труб. Возвратное движение конусов 1 и 3 обеспечивается пружиной 2. Конструкция центрирующего механизма центра-тора ЦВ-124, выполненного по такой схеме, показана на рис. 5, а внешний вид этого центратора — на рис. 3.

Центратор имеет электродвигатель 4 (рис. 3) привода радиально-поршневого насоса 3. Масло из бака 1 через предохранительный клапан 2 подается в гидросистему центрирующего механизма 5 через гидрораспределитель 6. Перемещение центратора от стыка к стыку осуществляется при помощи штанги.

Ручная дуговая сварка (лист 171).

Ручную дуговую сварку неповоротных стыков магистральных трубопроводов ведут поточным методом, выполняя многослойный шов (рис. 1). Такая организация работ обеспечивает высокую производительность, однако при этом велика потребность в высококвалифицированных рабочих-сварщиках. Применительно к трубам диаметром 1420 мм с толщиной стенки 17,5 мм, изготовленным из стали с пределом прочности 550 ... 750 МПа, используют следующую последовательность операций.

Секции труб предварительно раскладывают на опоры вдоль трассы под углом 15 ... 20° к направлению линии трубопровода и производят зачистку внутренних и наружных поверхностей вблизи кромок шлифовальными машинками с абразивными кругами (рис. 5). Предварительный подогрев кромок труб до температуры 150 ... 200 °С производят или перед стыковкой труб, или после стыковки. Для подогрева применяют кольцевые газовые горелки.

Сборку стыка выполняют с помощью трубоукладчика внутреннего самоходного центратора. Допуски на сборку стыка показаны на рис. 3.

Поточно-расчелененный метод предусматривает укладку каждого слоя отдельными звеньями сварщиков (рис. 2), содержащими от двух до четырех человек в зависимости от диаметра трубопровода. При этом каждый из сварщиков звена выполняет только свой определенный участок слоя на неизменном режиме. Порядок сварки неповоротных стыков труб диаметром 1420 мм показан на рис. 4. Два сварщика с лестниц-стремянков ведут сварку верхней полуокружности трубы, а два других сваривают нижнюю полуокружность трубы.

Корневой шов варит звено сварщиков, которое выполняет сборку стыка. Сварку ведут в направлении сверху вниз методом опирания электрода на кромки труб без колебательных движений. Применение здесь электродов с целлюлозным покрытием обеспечивает скорость сварки до 22 м/ч и гарантированное образование обратного валика внутри трубы, что исключает необходимость подварки корня шва изнутри трубы. Однако для таких электродов при высокой производительности характерно образование "карманов" со шлаком (рис. 6, а). Поэтому после завершения сварки корневого шва сразу удаляют тонкими шлифовальными кругами примерно ¼ часть сечения шва для вскрытия этих "карманов" (рис. 6, б).

Электроды с целлюлозным покрытием обеспечивают большее относительное удлинение и меньший предел прочности по сравнению с электродами с основным покрытием. В результате корень шва менее склонен к хрупким разрушениям и образованию трещин, что является важным при выполнении монтажных операций на секции, когда она присоединена к нитке трубопровода только корневым швом. Свободный конец секции опускают на монтажную опору из деревянных брусьев и пристыко-вывают к нему следующую секцию трубы.

Второй слой шва ("горячий проход") выполняет сразу после сварки корневого шва также звено из четырех сварщиков. Сварку производят электродами с целлюлозным покрытием или с основным покрытием в направлении сверху вниз с поперечными колебаниями электрода. Последующие слои, заполняющие и облицовочные, выполняются электродами с основным покрытием. После сварки каждого слоя поверхность шва очищают от шлака с помощью электро шлифовальных машинок. После завершения сварки стыка или при вынужденных перерывах в сварке стык укрывают теплоизоляционным поясом.

Сварочные источники питания размещены на четырехпостовой унифицированной сварочной установке (рис. 7), снабженной переносной палаткой, защищающей место расположения свариваемого стыка от ветра, дождя или снега. Палатка имеет застекленные окна, дополнительное освещение, вентилятор для отсоса газов.

Сварка в защитных газах (лист 172).

Сварка в защитных газах (СО₂ или СО₂ + Ar) вследствие меньшей вероятности отека расплавленного металла широко применяется при монтаже трубопроводов. Более узкая разделка кромок, характерная для этого метода (рис. 1), обеспечивает увеличение производительности сварочных работ.

При сварке неповоротных стыков на трассе применяют механизированную или автоматическую сварку. Последовательность операций при монтаже трубопровода с использованием автоматической сварки в защитном газе показана на рис. 7. Подготовка кромок под сварку выполняется двумя станками, подвешенными на стрелах трубоукладчиков. Каждый станок закрепляют на внутренней поверхности трубы, после чего его шесть резцовых головок обрабатывают торец трубы, а стальные проволочные щетки зачищают кромки в зоне сварки. Варианты разделки кромок показаны на рис. 6. Вариант по рис. 6, а применяется по технологии ВНИИСТА, вариант по рис. 6, б — по технологии фирмы "CRC-Croze" (США). После зачистки кромок на некотором расстоянии от торца трубы устанавливают и закрепляют ленту-пояс 2 (рис. 5), по кромкам которой будут перемещаться отжимной 1 и неподвижный 4 ролики сварочных головок 3 при сварке наружных слоев шва.

Стык труб под сварку собирают с помощью трубоукладчика и внутреннего самоходного гидравлического центратора (рис. 4). Центратор оснащен шестью сварочными головками 2, размещенными между двумя рядами центрирующих элементов 1. Эти головки выполняют корневой шов с внутренней стороны трубы, перемещаясь по направляющим неподвижного центратора. Каждая сварочная головка сваривает 1/6 часть окружности стыка. Защитный газ в зоны сварки подается из баллона 3. Сварку одновременно ведут три головки одной (правой или левой) половины стыка, начиная от зенита и перемещаясь в направлении сверху вниз от своих исходных позиций (рис. 2). Затем три автомата другой половины завершают сварку корня шва.

Еще до окончания сварки корневого слоя на участках стыка с проваренным изнутри корнем шва начинают сварку двумя автоматами первого наружного слоя (рис. 2). Схема движения этих автоматов показана на рис. 3. Сварка производится в направлении сверху вниз без колебаний электродной проволоки. После сварки первого слоя наружные сварочные автоматы снимают и переносят к очередному стыку. Трубоукладчик опускает трубу на монтажную опору и переходит к месту сборки с ниткой трубопровода следующей трубы (рис. 7). Места соединения отдельных участков одного слоя шва (замки) зашлифовывают абразивными кругами, а весь слой зачищают металлическими щетками. Сварку последующих заполняющих и облицовочных слоев ведут аналогичным образом. На направляющий пояс очередно устанавливают автоматы для сварки каждого наружного слоя, настроенные постоянно на определенный режим сварки.

Другой вариант выполнения автоматической сварки в защитных газах неповоротных стыков труб с применением установок типа "Сатурн" показан на рис. 8 ... 12. Сварка всех слоев выполняется только с наружной стороны четырьмя сварочными головками 2 (рис. 12,), попарно закрепленными на двух каретках 3, которые могут перемещаться вокруг трубы по подковообразной раме 1. Вся установка опирается на трубу опорными роликами 4 и фиксируется упорами 5. Положение сварочных головок 2 перед началом сварки шва показано на рис. 12, б. Сборка стыка труб производится с зазором (рис. 11) на подкладном кольце 1. Сварка корневого слоя идет в направлении снизу вверх (рис. 9) без колебаний электрода. Сварку заполняющих и облицовочных слоев ведут в обратном направлении (рис. 10), причем, начиная со слоя 3 (рис. 8), электроды дают поперечные колебания.

Комплекс "Стык" (листы 173, 174).

Для выполнения неповоротных стыков магистральных трубопроводов используют комплекс оборудования "Стык" (лист 173, рис. 1). Сварку осуществляют порошковой проволокой (рис. 2) с принудительным формированием шва (рис. 3, 4) за один, два или три прохода в зависимости от толщины стенки трубы. Для этого сварочные установки 1 (рис. 1), подвешенные к стрелам агрегатов, смонтированных на гусеничных тракторах 2, последовательно перемещаются от стыка к стыку, причем каждая установка имеет две сварочные головки, обслуживаемые двумя операторами 3, и выполняет свой слой шва. Толщину каждого слоя регулируют, изменяя высоту входящего в разделку зуба формирующего ползуна.

Сборку стыка осуществляют с помощью трубоукладчика 4 и внутреннего центратора 5.

Аппарат с раскрытыми полукольцами 1 и 3 (лист 174, рис. 8) подают к стыку трубы и опускают с помощью гидроподъемника. Гидроцилиндр 2 обеспечивает закрепление аппарата на трубе и раскрытие его при съеме. Для ориентирования направляющего рельса 3 (рис. 9) параллельно свариваемому стыку предусмотрены выдвигные щупы 4. Направляющий рельс имеет зубчатый венец *a*, с которым зацепляются ведущие зубчатые колеса кареток сварочных головок 1 и 2.

Сварку правого и левого полупериметров стыка осуществляют одновременно двумя головками в направлении снизу вверх (рис. 7). Для этого головку 1 холостым ходом перемещают в нижнюю точку стыка, откуда и начинают сварку левой половины стыка. Головка 2 сначала из среднего положения сваривает верхний участок правой половины стыка, а после холостого перемещения в нижнее положение — нижний участок.

Схема выполнения корневого прохода показана на рис. 5 (лист 173). При начале шва в нижнем положении в качестве дна плавильного пространства используют металлическую вставку 3 из электродной проволоки или прихватку. Дуга горит между торцом порошковой проволоки 7 и сварочной ванной, оплаывая кромки стыка. С внутренней стороны жидкий металл удерживается медным формирующим кольцом 4 внутреннего центратора. Жидкий шлак, образующийся при плавлении порошковой проволоки, препятствует прихватыванию внешнего формирующего ползуна 2, охлаждаемого водой или антифризом (рис. 4). При сварке второго слоя первый слой является подкладкой. При этом начало второго слоя шва смещают на 60 ... 80 мм (лист 174, рис. 6, а, б) относительно мест сопряжения отдельных участков первого слоя.

Условия плавления кромок стыка и формирования шва меняются по мере изменения пространственного положения сварочной ванны (угла β на рис. 5 листа 173). Для компенсации этих изменений в процессе сварки меняют угол α наклона проволоки относительно касательной к окружности стыка и положение конца электрода в зазоре между формирующими элементами.

Одна сварочная установка "Стык", управляемая двумя операторами, может заменить четырех сварщиков высокой квалификации. По сравнению с электроконтактными установками "Север" (см. лист 176, рис. 12), обеспечивающими высокие темпы монтажа трубопровода, комплекс "Стык" обладает большей мобильностью. Его использование позволяет выполнять стыки на криволинейных участках трассы, на коротких участках вблизи сооружений, а также на болотистых участках, недоступных для тяжелого оборудования установок "Север".

Контактная сварка труб (листы 175, 176).

При контактной сварке стыков труб оставлением (лист 175, рис. 1) сварное соединение получается одновременно по всему периметру стыка, что создает лучшие условия для механизации и достижения высокой производительности сварочных работ.

Применяются два способа сварки стыков труб: базовый и трассовый. На полевых базах производят сварку труб в трехтрубные секции стационарными трубосварочными контактными установками типа ТКУС (рис. 2). Трубы, укладываемые трубоукладчиками 2, с наклонного стеллажа 1 подаются отсекателем 3 на место 4 зачистки поверхности труб контактной кольцевой полосы. Зачищенная труба перегружателем (рис. 5) подается на роликовый конвейер 5 (рис. 2) и затем роликами продольного перемещения на роликовый конвейер 17, надеваясь при этом на штангу 10 с гратоснимателем 8. Конец трубы зажимается в сварочной головке 16, соединенной с гидropневмосистемой 15. Место сварки укрыто палаткой 9. Управление процессом сварки осуществляют с пульта 13. На базе имеется передвижная электростанция 14. Вторая труба после зачистки тоже подается в сварочную головку, и производится сварка. В горячем состоянии удаляют внутренний грат при помощи гратоснимателя 8, включая механизм продольного хода 12. Затем секция перемещается к механизму 7 удаления наружного грата и в конец станда. На роликовый конвейер 11 подается еще одна труба и приваривается к двухтрубной секции. Готовая трехтрубная секция поступает на стеллаж 6 готовой продукции.

Сварочная головка обеспечивает зажим трубы, центровку труб, перемещение трубы в осевом направлении при оплавлении и осадку при сварке. Головки разделяются на: наружные, сварочный трансформатор и все механизмы которых расположены снаружи свариваемых труб; комбинированные, в которых силовые механизмы центровки и осадки располагаются внутри трубы, а сварочные трансформаторы и токоподводящие механизмы — снаружи; внутритрубные, в которых все силовые механизмы и сварочный трансформатор располагаются внутри свариваемых труб. Наружные головки (машины) применяют для сварки труб относительно малых диаметров (от 114 до 530 мм). Для сварки труб большого диаметра наружные головки делаются громоздкими и тяжелыми. Доступ для осмотра свариваемого стыка становится затруднительным. Комбинированные головки применяют для сварки труб средних диаметров (от 720 до 1020 мм) в стационарных условиях. Внутритрубные машины применяют для сварки труб больших диаметров (больше 1220 мм) как в стационарных, так и в трассовых условиях, когда машина последовательно передвигается от стыка к стыку.

Сварочный трансформатор (рис. 3 и 4) наружных головок имеет кольцевой сердечник 1; первичную обмотку 2, равномерно (рис. 3) или дискретно (рис. 4) распределенную на сердечнике; вторичный виток 3, служащий также и для защиты первичной обмотки от брызг расплавленного металла. Концы вторичного витка прикреплены к медным контактными токоподводящим башмакам 4, прижимающимся к наружной поверхности труб 5. Сварочный ток проходит по вторичному витку через металл труб и стык между ними.

Зачистку поверхности трубы для обеспечения надежного электрического контакта между поверхностью трансформатора и токоподводящими башмаками осуществляют абразивным инструментом 4 (рис. 6) зачистной машины. Она имеет полый ротор 5, электродвигатель 6 с редуктором, рычаги 3 с абразивным инструментом 4, поворачивающиеся относительно оси 2, противовесы 1 и пружины 7. Противовесами регулируется сила прижатия абразивного инструмента. При остановке ротора абразивный инструмент под действием пружин отходит от поверхности трубы. Зачистные машины установок типа ТКУС обеспечивают зачистку до металлического блеска полосы шириной 60 ... 80 мм на расстоянии 100 ... 200 мм от концов труб.

Образовавшийся при сварке грат снаружи и внутри трубы удаляют на установках типа ТКУС в горячем состоянии при температуре 800 ... 1400 °С. Внутренний гратосниматель состоит из водила 1 (рис. 7), на котором укреплены бойки 3, удерживаемые пружинами 2. Грат сбивается бойками, прижимающимися к поверхности грата центробежными силами при вращении вала. Удаление наружного грата осуществляется аналогичным устройством (рис. 8). Принцип действия устройства такой же, как и у машины для зачистки контактных полос.

Для сварки труб большого диаметра (1420 мм и больше) целесообразно использование сварочных головок, расположенных внутри трубы 1 (лист 176, рис. 9). Такие внутритрубные машины имеют кольцевой трансформатор с магнито проводом 4, вторичным витком 2 и контактными башмаками 3. Передвижная установка "Север-1" (рис. 12), сконструированная по такому принципу, имеет механизм перемещения 1, внутренний гратосниматель 2 и электродвигатели 3 с насосной установкой 4, смонтированные в заднем блоке, соединенном с передней сварочной частью шарниром, закрытым кожухом 6. Ходовая часть состоит из приводных роликов, расположенных по окружности и прижимаемых к внутренней поверхности трубы для создания тягового усилия. Поддерживающие ролики 5 расположены равномерно по длине. Внутритрубный центратор с распорными патронами 7 и 8 создает суммарное радиальное усилие 10 ... 14 МН, что обеспечивает передачу усилия осадки при сварке до 4 МН.

Сварка труб осуществляется следующим образом. Машина заводится в свариваемую трубу так, чтобы торец трубы располагался посередине зазора между токоподводящими вкладышами 6 (рис. 11). При срабатывании цилиндров 12 корпус цилиндра перемещается вместе с тележкой 11 и распорным кольцом 9, поворачивает серьгами 8 рычаги 10 в радиальном направлении, и прижимные вкладыши 7 зажимают изнутри свариваемую трубу. Кольцевой сварочный трансформатор 5 жестко установлен на штанге 3, в полости которой расположены токоподводящие силовые кабели трансформатора и кабели управления. Вторичный виток трансформатора гибкими шинами соединен с токоподводящими вкладышами 6, которые в этот момент тоже прижимаются к трубе.

Вторая труба надвигается до упора в торец первой. Зажатие вторым зажимом происходит аналогично, только штоки цилиндров отталкиваются не от неподвижного блока, а от фланца обоймы 2. Затем

включается сварочный трансформатор, срабатывает цилиндр 1 осадки, и подвижный зажим 4 подает трубу к трубе. Под воздействием сварочного тока торцы труб оплавляются и разогреваются. После достаточного разогрева, определяемого программой сварки, происходит осадка. После сварки механизмы возвращаются в исходное положение, и машина с помощью своего механизма перемещения передвигается к следующему стыку. Внутренний грат удаляется при подходе гратоснимателя 2 (см. рис. 12) к стыку. Наружный грат удаляют навесным агрегатом, имеющим шесть фрезерных головок, каждая из которых очищает свой сектор трубы. Агрегат подвешивается на стреле трубоукладчика.

Зачистка контактных полос перед сваркой осуществляется отдельным агрегатом, подвешенным на стреле трубоукладчика и имеющим четыре рабочих головки с иглофрезами. Время очистки полосы 80 с. Производительность внутритрубной машины 6 стыков в час.

При работе внутритрубной машины 2 (рис. 10) на трассе участок оснащен тракторами 1 с подъемной стрелой, трубоукладчиком 3, передвижной электростанцией 5, трактором 6 с подвесной машиной для зачистки контактной полосы на внутренней поверхности трубы и индуктором 9 для термообработки стыков. Для подключения внутритрубной машины к электростанции предусмотрены кабель 8, штепсельный разъем 4 и кабель-удлинитель 7.

Технологические трубопроводы (листы 177,178).

Технологические трубопроводы предназначены для осуществления связи между машинами, аппаратами и производственными участками промышленных предприятий. По ним транспортируется сырье, полуфабрикаты, готовая продукция (пар, вода, топливо, реагенты) и отходы производства. Технологические трубопроводы подразделяются на внутрицеховые (обвязочные) и межцеховые.

Внутрицеховые трубопроводы наиболее сложны по конфигурации, насыщены деталями и арматурой и весьма трудоемки при изготовлении. Приблизительно на 1 м такого трубопровода приходится одно сварное соединение. Межцеховые трубопроводы имеют больший диаметр и меньшее число сварных соединений (одно соединение на 6... 10 м трубопровода) .

По трубопроводам нередко транспортируют продукты, оказывающие коррозионное и эрозионное воздействие на трубопроводы, токсичные, взрывоопасные и горючие вещества. Трубопроводы работают при температуре от - 150 °С до + 700 °С, при разрежении до 0,1 кПа и давлении до 250 МПа. Такие сложные условия работы требуют высокого качества сварных соединений. Выход из строя трубопроводов может привести к тяжелым последствиям:

пожарам, взрывам, остановкам производства и тл.

Технологические трубопроводы изготавливают из труб диаметром 6 ... 1600 мм из малоуглеродистых, низко- и высоколегированных сталей, чугунов, цветных металлов и их сплавов и неметаллических материалов (пластмасс, стекла, камня и др.). В промышленном строительстве применяют около 95 % трубопроводов из углеродистых и низколегированных сталей.

Несмотря на большое разнообразие трубопроводов, все они изготавливаются из стандартных или нормализованных деталей (лист 177, рис. 1): патрубков (отрезков трубы) 1', крутоизогнутых отводов 2; сварных отводов 3;

конических переходов 4, эксцентрических переходов 5;

плоских приварных фланцев 6; плоских приварных стыковых фланцев 7; равнопроходных тройников 8; неравнопроходных тройников 9; эллиптических заглушек 10;

накладных седловин 11.

Сначала из отдельных деталей сваривают элементы трубопровода (рис. 2) в трубозаготовительных цехах. Элемент состоит из двух и более деталей. Элементы группируют из деталей таким образом, чтобы все сварные соединения лежали в параллельных плоскостях. Это позволяет сваривать их механизированными способами в поворотном положении с одной установки на вращателе. Элементы групп I (труба — деталь (Т—Д) и II [деталь — труба — деталь (Д—Т—Д)] составляют 80 % общего числа элементов.

При изготовлении и монтаже трубопроводов применяют в основном сварные соединения следующих типов (рис. 3): а — стыковые; б — угловые; в — фасонные (при врезке трубы в трубу); г — нахлесточные (при приварке седловины).

При изготовлении технологических трубопроводов стремятся возможно больший объем сборочно-сварочных работ выполнять в цеховых (заводских) условиях. В этом случае повышается качество трубопроводов, снижается себестоимость и увеличивается производительность труда.

Наибольшее распространение имеют кольцевые швы. Самые распространенные элементы трубопроводов из групп I и II (см. рис. 2) типа труба — отвод, труба — фланец, отвод — фланец и др. собираются в специально сконструированных приспособлениях, предназначенных как для закрепления и фиксации деталей в заданном положении, так и. выполнения необходимой регулировки для правильной взаимной установки стыкуемых кромок в пространстве.

Приспособление для сборки отвода 1 (лист 178, рис. 5) с трубой 2 позволяет собирать элементы различных размеров. Трубу укладывают на призмы тележки 3. Отвод крепят к базовой плите 4 зажимами - 8. При сборке горизонтальная ось трубы сохраняет свое положение в пространстве. Для совмещения осей трубы и отвода смещают отвод, используя винты 7 поперечного перемещения и 5 вертикального перемещения, прикрепленные к плите 6.

Для установки элементов трубопроводов и вращения их во время сварки применяют; вращатели роликового типа (рис. 4, а), манипуляторы торцового типа (рис. 4,б), манипуляторы фрикционного типа (рис. 4, в) .

При сварке стыков прочность сварного соединения в целом зависит от качества корневого слоя шва. Корневой слой на весу можно выполнить (рис. 6) :а — дуговой сваркой покрытым электродом; б — аргонодуговой сваркой; в — аргонодуговой сваркой по расплавляемому кольцу. Наилучшее качество внутренней поверхности шва обеспечивают последние два способа.

Если конструкция узла трубопровода позволяет вводить устройства внутрь трубы, то применяют поддув газа (рис. 7) или съемные подкладки: керамические (рис. 9, а) или приклеивающиеся гибкие (рис. 9, б) со слоями различного состава. Для формирования корня шва и защиты расплавленного металла от воздействия воздуха в стыковых соединениях, у которых нет доступа к обратной стороне шва, применяют флюс-пасту (рис. 8, а, б, в), которую наносят на кромки до сборки стыка (рис. 8,). После сварки остатки флюспасты вымывают.

ШТАМПОСВАРНЫЕ ИЗДЕЛИЯ ОБОЛОЧКОВОГО ТИПА

Панельный отопительный радиатор (лист 179).

Изделия оболочкового типа, например различные изделия небольших размеров, к которым предъявляются требования герметичности, целесообразно выпускать в штампованном исполнении. Технологичность подобных изделий определяется, во-первых, сочетанием высокопроизводительных методов получения заготовок холодной штамповкой и соединения их контактной сваркой герметичными швами, а во-вторых, относительной простотой их крупносерийного изготовления в автоматических линиях.

Характерным примером является отопительный радиатор панельного типа (рис. 1), получаемый сваркой двух тонколистовых заготовок, в которых выштампованы каналы для циркуляции воды, причем заготовки соединены по периметру шовной сваркой, а между каналами — точечной.

Линия изготовления таких радиаторов показана на рис. 2. Ее своеобразие в использовании рулонной стали и выполнении всех операций на непрерывных полосах. Это упрощает передачу заготовок с одного рабочего места на другое и обеспечивает непрерывность процесса, но требует выполнения формовки панелей радиатора, а также сварочных операций на движущейся ленте. Непрерывность движения полос исключает возможность использования накопителей, и поэтому для обеспечения надежной работы линии некоторые установки имеют дублирующие узлы. Из двух рулонов полосы подающими роликами направляются к гильотинным ножницам для обрезки концов с последующей стыковкой их при замене рулона. Формовка каналов выполняется с помощью парных валков 1 и 2 периодического профиля. Два штуцера привариваются к верхней полосе одновременно методом оплавления с помощью летучей контактной установки. Патрубок 5 автоматически подается из питателя и верхним электродом 4 прижимается к месту сварки. После окончания сварки через отверстие в нижнем электроде 3 пуансон б прошивает отверстие и развальцовывает лишний металл по стенкам патрубка. Затем полосы совмещаются и устройством с тянущими роликами подаются в многоэлектродную машину для сварки точек между каналами. Наличие двух кинематически связанных четырехзвенников 7 обеспечивает плоскопараллельное перемещение траверс, несущих верхние и нижние электроды. Это перемещение в процессе сварки точек осуществляется вследствие сцепления электродов с движущейся полосой при приложении сварочного давления. Возвращение траверс с электродами в исходное положение обеспечивает пневмоцилиндр. Одновременно работают два блока электродов, выполняя два ряда а точек. В это время два других блока электродов подвергаются автоматической зачистке. Сварка продольных герметичных швов выполняется контактной шовной машиной с двумя парами сварочных роликов 8. Сварка поперечных швов осуществляется контактной шовной машиной с "летучими" каретками, несущими две пары сварочных роликов 9, выполняющих одновременно два поперечных шва, расположенных на расстоянии 22 мм друг от друга. Между этими швами "летучие" гильотинные ножницы на следующей позиции отделяют радиаторы друг от друга. После обрезки под размер продольных кромок готовые радиаторы проходят гидроиспытание и поступают на окраску и сушку.

Топливный бак автомобиля (листы 180 ... 185).

Топливные баки (лист 180, рис. 1) автомобилей ЗИЛ-130 собирают из двух штампованных половин, сваривая их герметичным швом в составе автоматической линии. На схеме этой линии (рис. 4) отдельные позиции обозначены римскими цифрами. В соответствии с этими обозначениями на рис. 5 ... 8 (листы 180 ... 184) показаны последовательные положения механизмов при выполнении конкретных операций на каждой из позиций.

Первые два участка линии включают параллельно расположенные позиции I ... VII. На них осуществляется приварка деталей соответственно к верхней и нижней частям бака. На позициях I каждой линии оператор укладывает соответственно верхнюю или нижнюю половину бака выпуклостью вверх в гнездо конвейера, совершающего возвратно-поступательное движение. После хода вперед на всех позициях изделия поднимаются подъемными столами, как показано на рис. 5 (позиции I, II), а конвейер возвращается в исходное положение. На позиции III (рис. 4,5) рука робота подает фланец под электрод рельефной конденсаторной машины и осуществляется его приварка к половине бака. Конструктивное оформление этого соединения и расположение электродов показано на рис. 3,6. На следующей позиции происходит установка и приварка бобышки (рис. 3, а). Для этого на позиции IV (рис. 4,5) половина бака приподнимается над конвейером с одновременным поворотом на 45°, затем рука робота подает бобышку, и после приварки половина бака опускается на конвейер в прежнем положении. Позиция V предназначена для кантовки половины бака на 180°. Подъемный стол подает ее в кантователь и опускается, а после поворота поднимается снова, принимает перевернутую деталь и опускает ее на конвейер. На позициях VI и VII (рис. 4, б) внутрь половины бака механической рукой устанавливаются два ребра жесткости и переключатель для крепления заливного стакана (рис. 2) бака. В захваты механических рук детали подает оператор, приварка их по отбортовке осуществляется точечной сваркой. На параллельной линии

аналогичные позиции предназначены для приварки бобышки и вварки ребер жесткости в нижнюю половину бака.

В конце параллельных участков линии осуществляется сборка бака. На позиции VIII подъемный стол подает верхнюю половину бака в кантователь, закрепленный на верхнем конвейере поперечного направления, происходит ее поворот на 180° относительно горизонтальной оси и перенос на позицию IX, где она принимается поворотным столом. При повторном ходе подъемного стола верхняя половина бака в проектном положении снова захватывается верхним конвейером и передается на позицию X. На эту же позицию нижним конвейером продольного направления подается нижняя половина бака. Ходом подъемного стола нижняя половина снимается с нижнего конвейера, прижимается снизу к верхней половине, и их сборка фиксируется постановкой прихваточных точек по отбортовке многоэлектродной контактной машиной. Из этого положения верхним конвейером собранный бак переносится на позицию

XI, принимается подъемным столом и укладывается на шаговый штанговый конвейер, подпружиненные упоры которого подают бак к первой шовной машине на позиции

XII, выполняющей продольные швы. Затем после разворота бака на 90° вокруг вертикальной оси на позициях XIII и XIV осуществляется сварка поперечных швов, при этом перекрытие продольных и поперечных швов обеспечивает герметичность по всему периметру соединения. Повторный поворот бака вокруг вертикальной оси на 90° на позиции XV возвращает бак в исходное положение, и первый конвейер подает его на стол (позиция XVI), наклоняющийся на 45° таким образом, чтобы отверстие половины бака оказалось сверху. В этом положении бак по направляющим сдвигается на позицию XVII, где оператор вставляет заливной стакан в отверстие горловины, и ходом пуансона осуществляется его запрессовка. Затем на позиции XVIII бак кантуется на угол 90° с тем, чтобы ось горловины заняла горизонтальное положение, и передается на позицию XIX, где во внутрь горловины вдвигается нижний ролик шовной машины и при вращении бака вокруг оси заливного стакана выполняется сварка отбортовки горловины со стаканом. После завершения всех операций на позиции XX бак проверяется на герметичность и передается на участок окраски.

В рассмотренной линии изготовления топливных баков для подачи фланцев и бобышек под электродами контактной машины использованы роботы с тремя степенями свободы. Рука робота 1 (лист 184, рис. 10) с закрепленным на ней охватом 5 берет верхнюю деталь 3 из магазина 2, переносит и укладывает ее на корпус половины бака 4 под электроды 6 контактной машины 7 и возвращается в исходное положение.

Конструкция схвата определяется формой детали и типом магазинного устройства. Так, применительно к магазину с подъемным столиком 4 использована конструкция схвата, показанная на рис. 9. Рука робота опускает схват 2 на верхнюю деталь 3, сжимая пружину 1, компенсирующую возможную погрешность позиционирования руки робота в вертикальном направлении. Это смещение схвата относительно руки робота фиксируется датчиком, включающим подачу воздуха под диафрагму для захвата детали при повороте рычагов 5. После удаления захваченной детали механизм подъема столика поднимает стопу деталей так, чтобы верхняя деталь заняла заданное исходное положение для последующего захвата.

На рис. 11, а (лист 185) показано магазинное устройство гравитационного типа с шибберной выдачей нижней детали. При ходе штока пневмоцилиндра 1 вправо подпружиненный выступ шибберного устройства 3 устанавливается и проходит под нижней деталью в магазине 4, а при ходе влево захватывает деталь 2 и подает под схват 5, который захватывает деталь, а стопа деталей опускается под действием силы тяжести. Положение схвата при захвате детали типа шайбы показано на рис. 11, б. Рука 9 робота опускает схват на деталь 8, сжимая пружину 6. При этом пружинящие выступы /входят в отверстие детали и захватывают ее.

В рассмотренной выше линии (лист 180, рис. 4, позиция XVII) подача заливного стакана под запрессовку в отверстие горловины осуществляется вручную. В то же время для выполнения этой операции можно применить такой же робот с тремя степенями свободы, какой использован в линии для подачи шайб и бобышек (лист 184, рис. 10).

Корпус 2 (лист 185, рис. 12) заливного стакана имеет вырез 3, облегчающий введение его нижнего конца в отверстие горловины, и петли 7, привариваемые контактной точечной сваркой. Возможный вариант организации рабочего места для запрессовки этого стакана показан на рис. 13. После приварки петель на контактной машине 2 корпуса 1 стаканов укладываются на направляющие 3 магазинного устройства с шаговой подачей. Очередной стакан попадает выступами петлей на консольные направляющие, скользит по ним до выреза с последующим разворотом на 90° под действием силы тяжести и останавливается в вертикальном положении для захвата рукой робота 4. Конструкция охвата показана на рис. 14. Шток 1 пневмоцилиндра через систему рычагов раскрывает лапы 2 охвата в положение, предшествующее захвату, и закрывает их до замыкания с образованием кольцевой полости, сжимающей нижнюю часть стакана с некоторым уменьшением его диаметра за счет ослабляющего выреза. В нижней части кольцевой полости охвата предусмотрен конусный участок а, обеспечивающий центрирование подаваемого стакана относительно отбортовки горловины бака. Рука робота 4 (рис. 13) подводит раскрытый схват 5 к стакану, захватывает его и подает к отверстию горловины бака б, центрируя по отбортовке с помощью конусного участка обоймы схвата. Запрессовка трубы осуществляется ходом пуансона пресса 7, после чего схват раскрывается, и рука робота отходит в исходное положение.

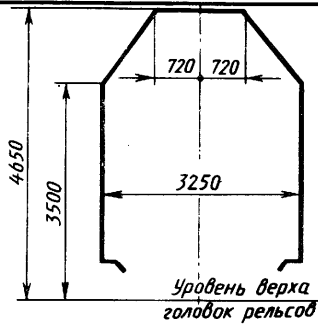


Рис. 1. Верхнее очертание габарита 0-ВМ подвижного состава

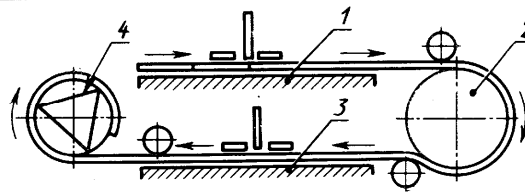


Рис. 2. Принципиальная схема двухъярусной установки

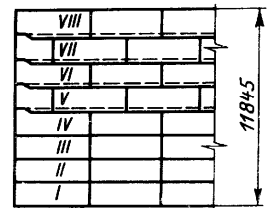


Рис. 3. Схема расположения листов в стенке резервуара объемом 5000 м³

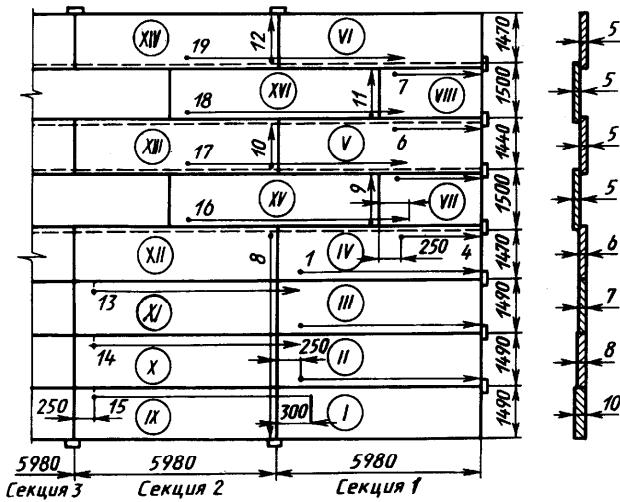


Рис. 4. Последовательность сборки и сварки стенки резервуара (5000 м³)

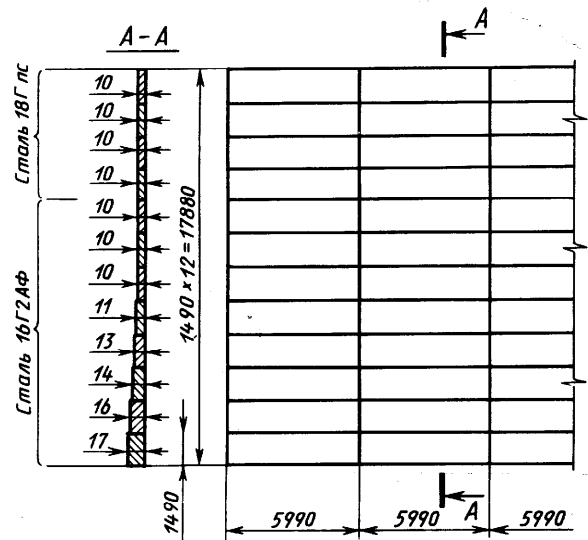


Рис. 5. Схема сварного рулонизируемого полотнища стенки резервуара объемом 50000 м³

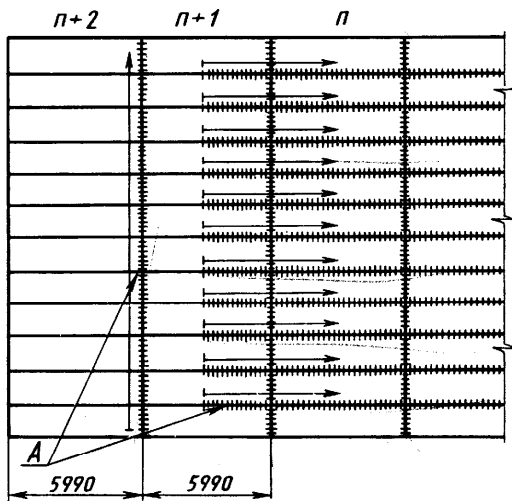


Рис. 6. Последовательность сварки полотнища стенки резервуара объемом 50000 м³

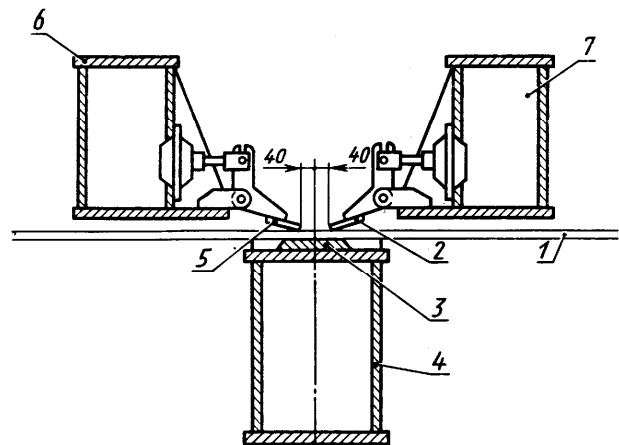


Рис. 7. Пневморычажные прижимы кромок листов к медной подкладке

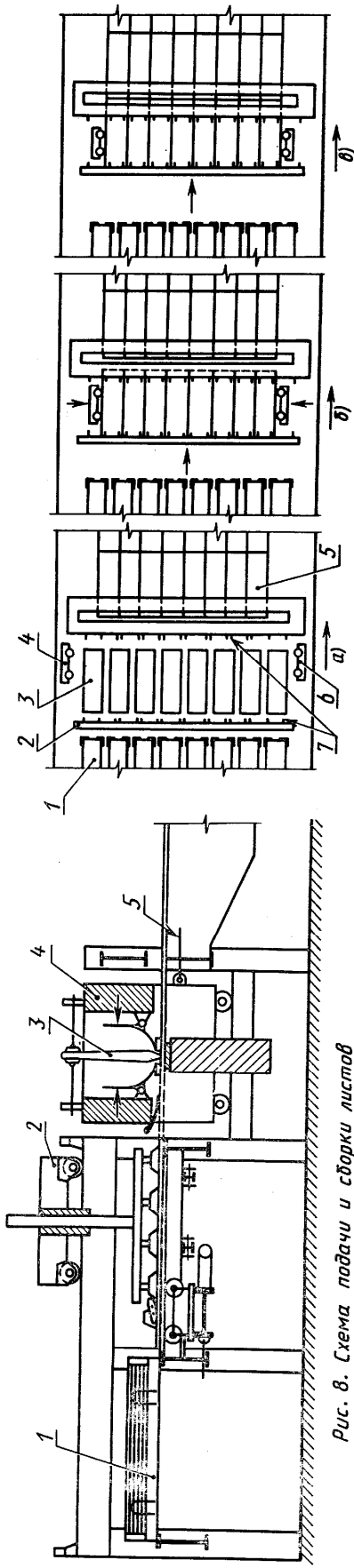


Рис. 8. Схема подачи и сборки листов

Рис. 9. Последовательность сборки листов под сварку поперечного шва

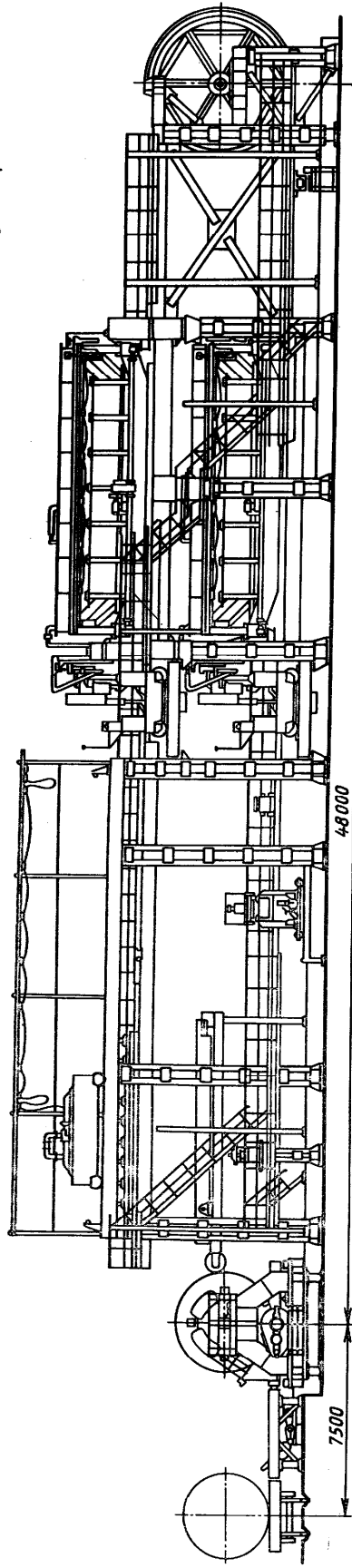


Рис. 10. Общий вид установки для изготовления рулонных полотнищ большого размера

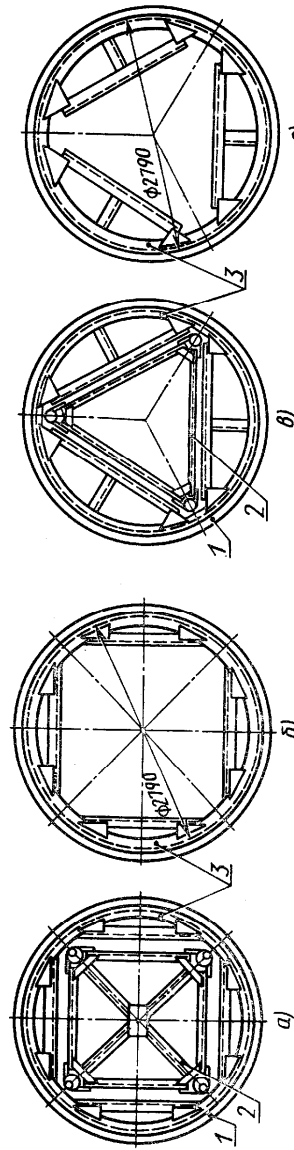


Рис. 11. Рулоны полотнищ с частично разборными каркасами в процессе рулонирования (а, б) и при транспортировке (в, г)

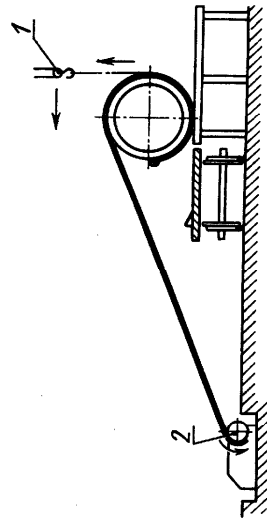


Рис. 12. Схемы погрузки рулонов на железнодорожную платформу лебедкой 2 или мастовым краном 1

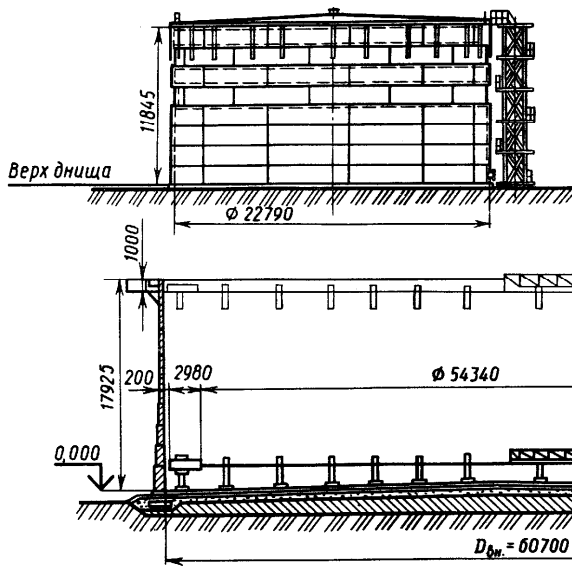


Рис. 1. Резервуар объемом 5000 м³ со стационарной конической крышей

Рис. 2. Резервуар объемом 50000 м³ с плавающей крышей

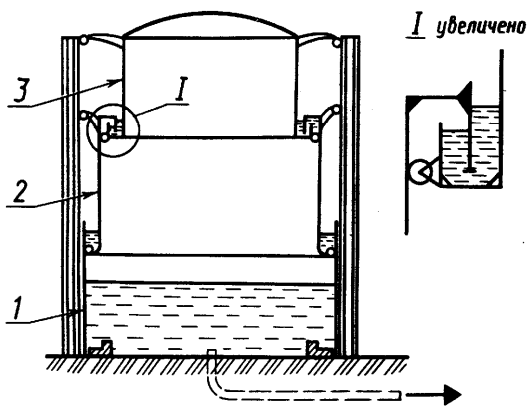


Рис. 3. Схема мокрого газгольдера

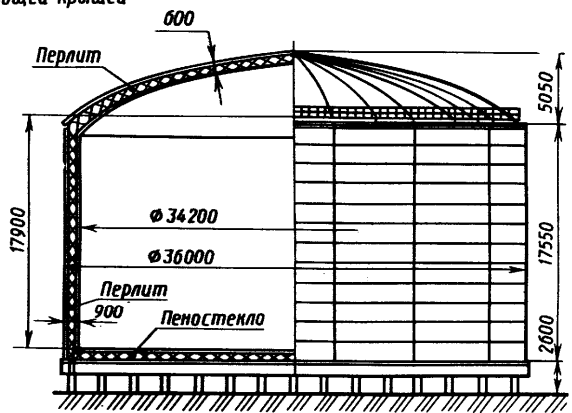


Рис. 4. Изотермический двустенный резервуар

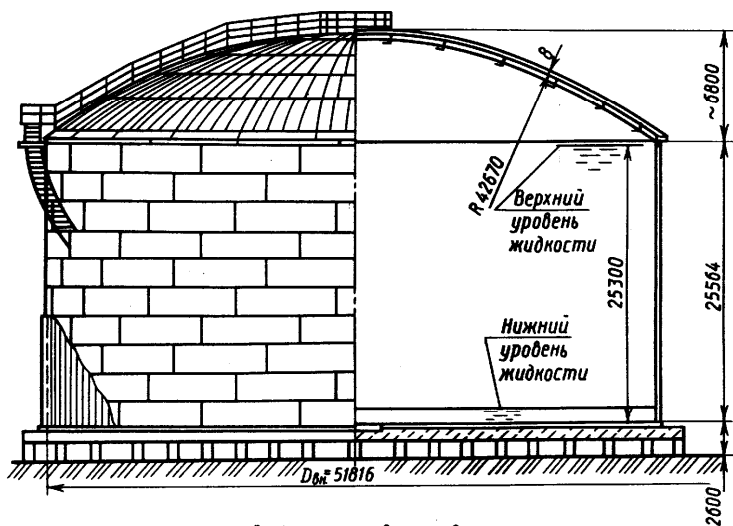


Рис. 5. Изотермический одностенный резервуар

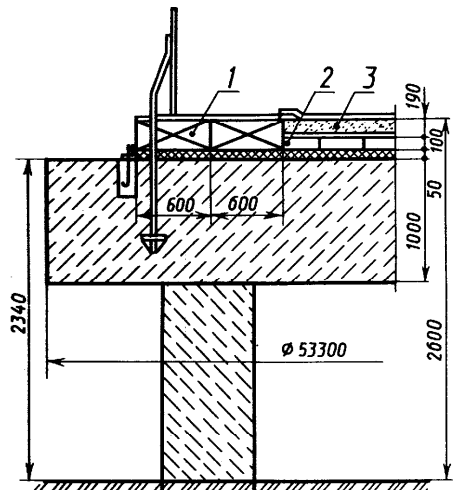


Рис. 6. Конструкция основания и теплоизоляция дна изотермического резервуара

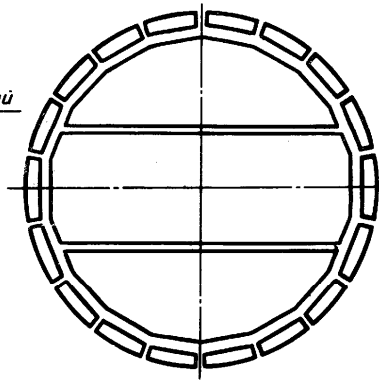
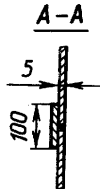
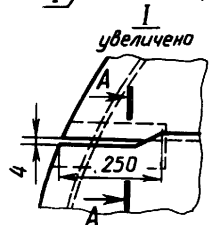
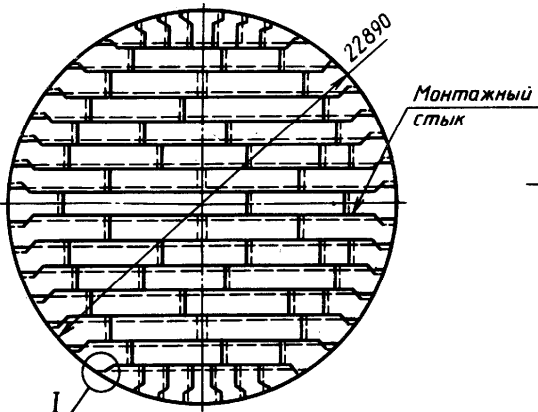


Рис. 2. Схема дна с окантовочными элементами

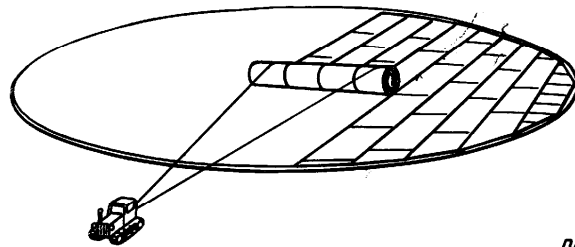


Рис. 3. Раскатка полотнищ дна на монтаже

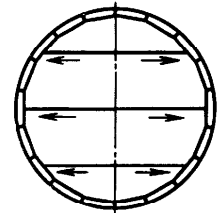


Рис. 4. Направления сварки монтажных швов

Рис. 1. Днище резервуара объемом 5000 м³

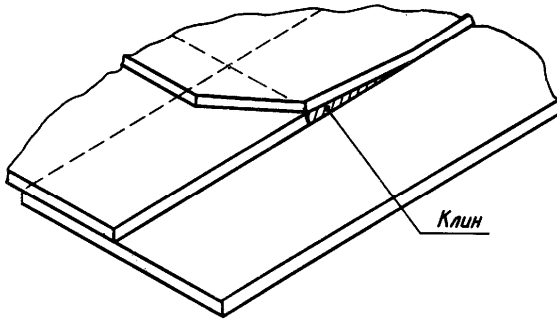


Рис. 5. Вариант сборки накладного соединения

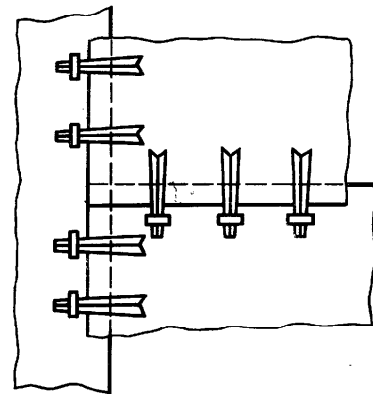


Рис. 6. Клиновые прижимы для сборки накладного соединения

Б-Б

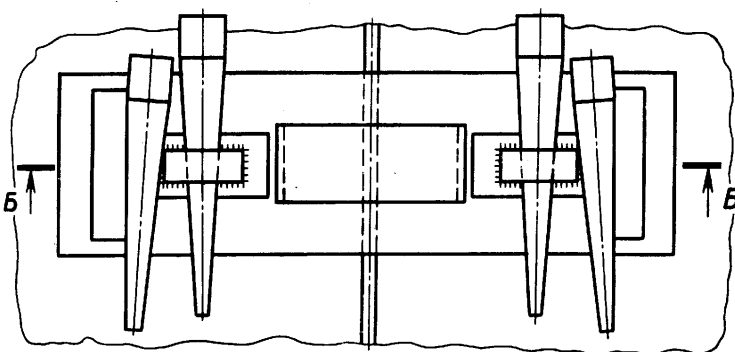
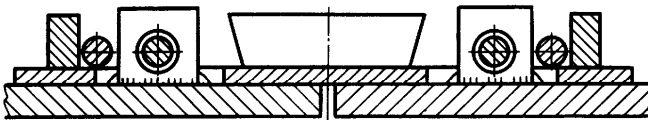


Рис. 7. Клиновое сборочное приспособление

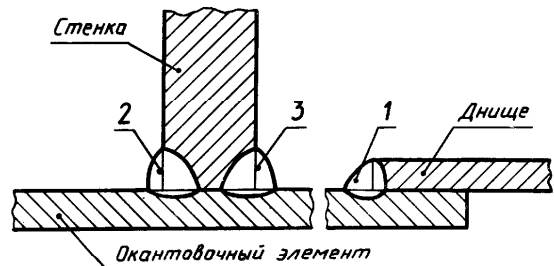


Рис. 8. Соединение стенки резервуара с дном

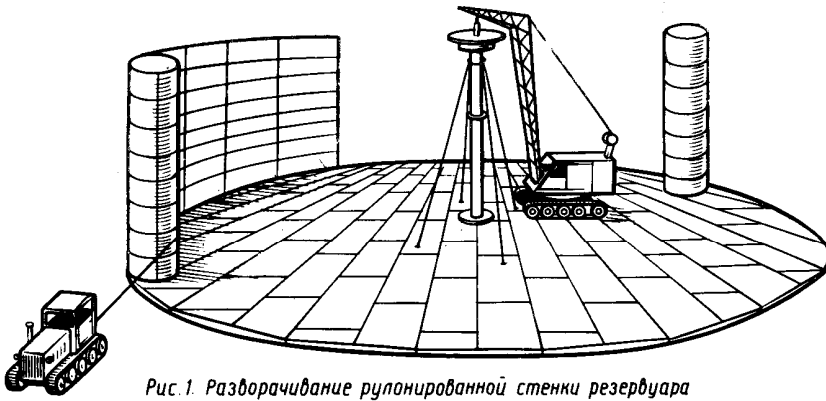


Рис. 1. Разворачивание рулонированной стенки резервуара

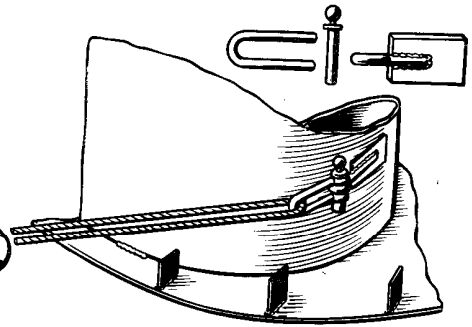


Рис. 2. Крепление троса на рулоне при его разворачивании

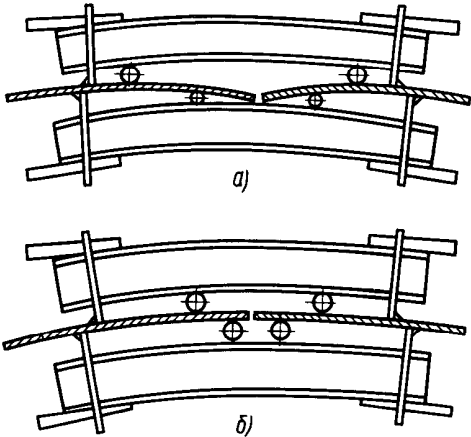


Рис. 3. Замыкание монтажного стыка стенки резервуара

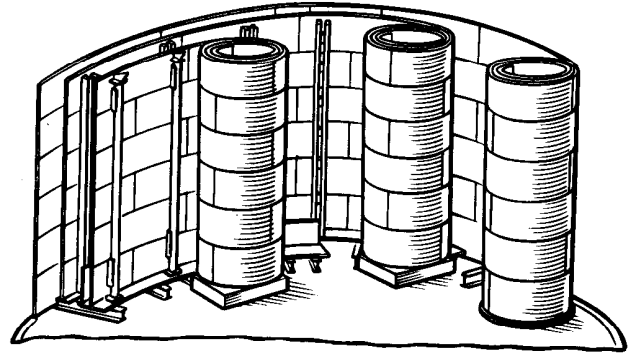


Рис. 4. Параллельное разворачивание рулонов мокрого газгольдера

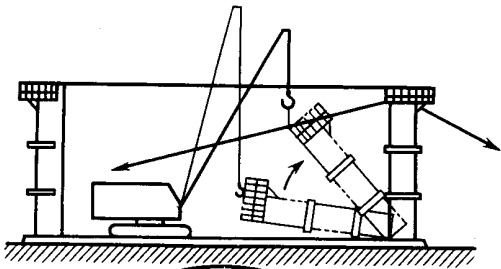


Рис. 6. Подъем очередной секции стенки резервуара

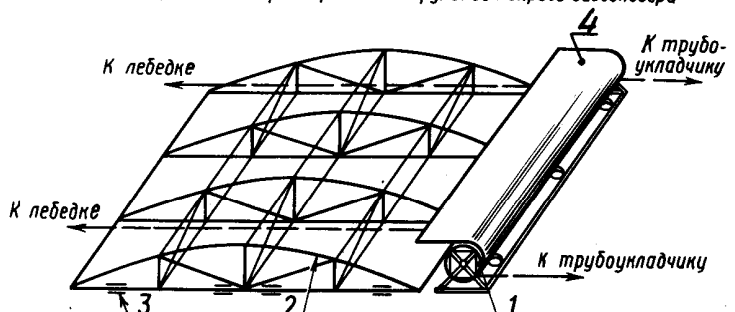


Рис. 5. Схема горизонтального разворачивания рулона с помощью шаблона

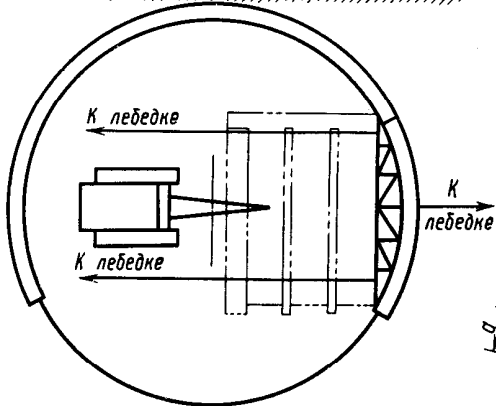


Рис. 7. Последовательность размещения шаблона

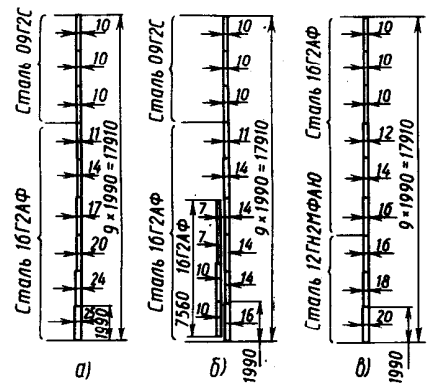


Рис. 8. Варианты конструкции стенки резервуаров объемом 50000 м³

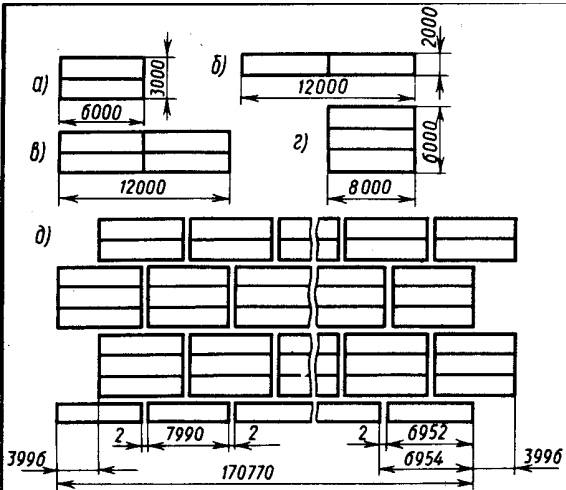


Рис. 9. Схема сборки листов в монтажные блоки

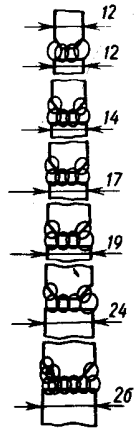


Рис. 10. Монтажные сварные швы

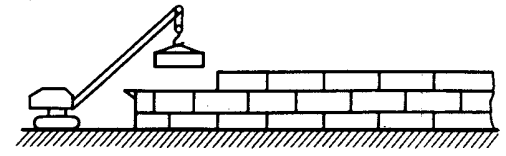


Рис. 11. Схема установки монтажных блоков

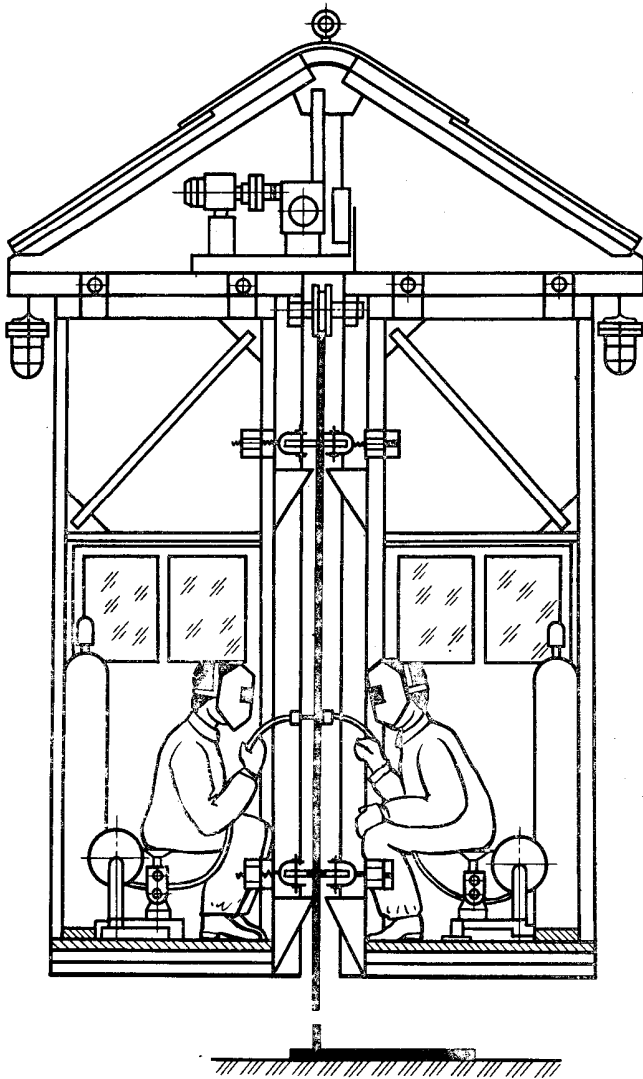


Рис. 12. Сварка горизонтального шва полуавтоматами

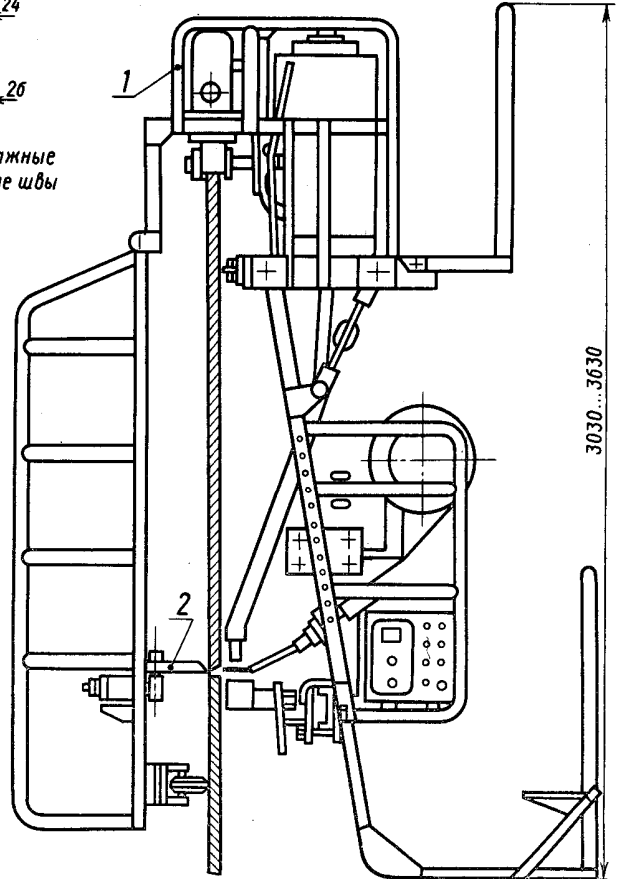


Рис. 13. Автоматическая сварка горизонтального шва

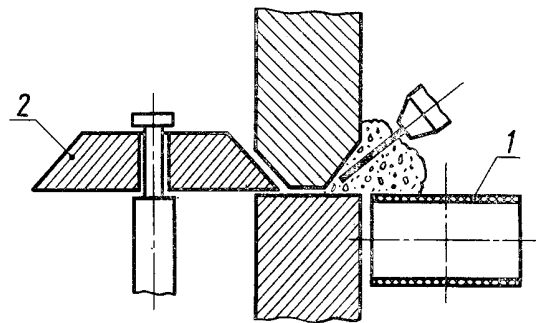


Рис. 14. Схема выполнения корневого шва

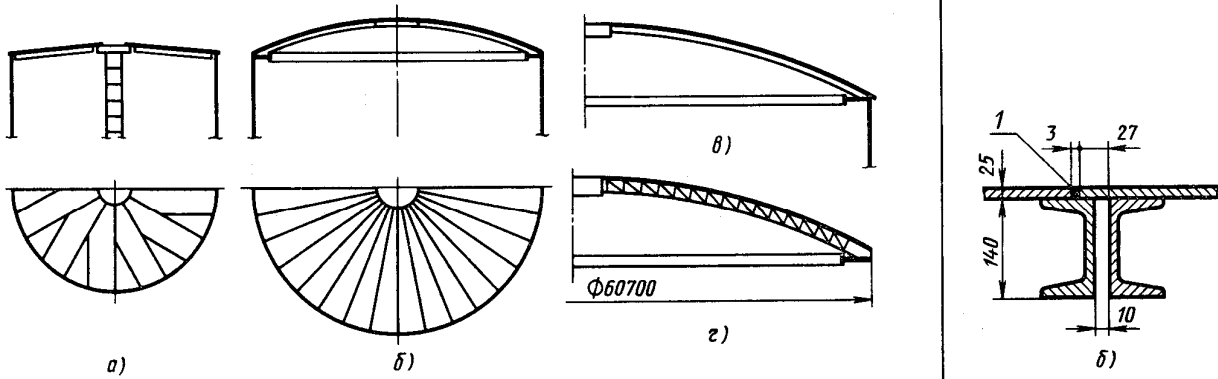


Рис.1. Варианты выполнения стационарной крыши

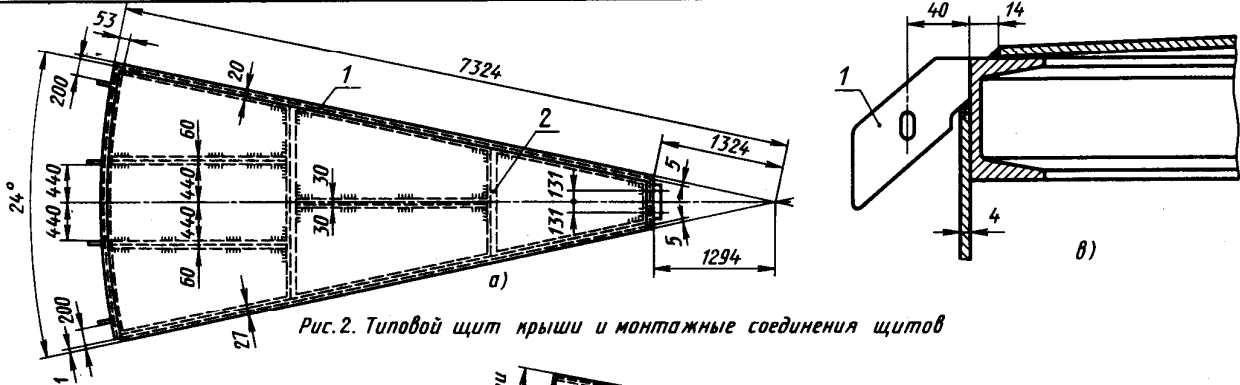


Рис.2. Типовой щит крыши и монтажные соединения щитов

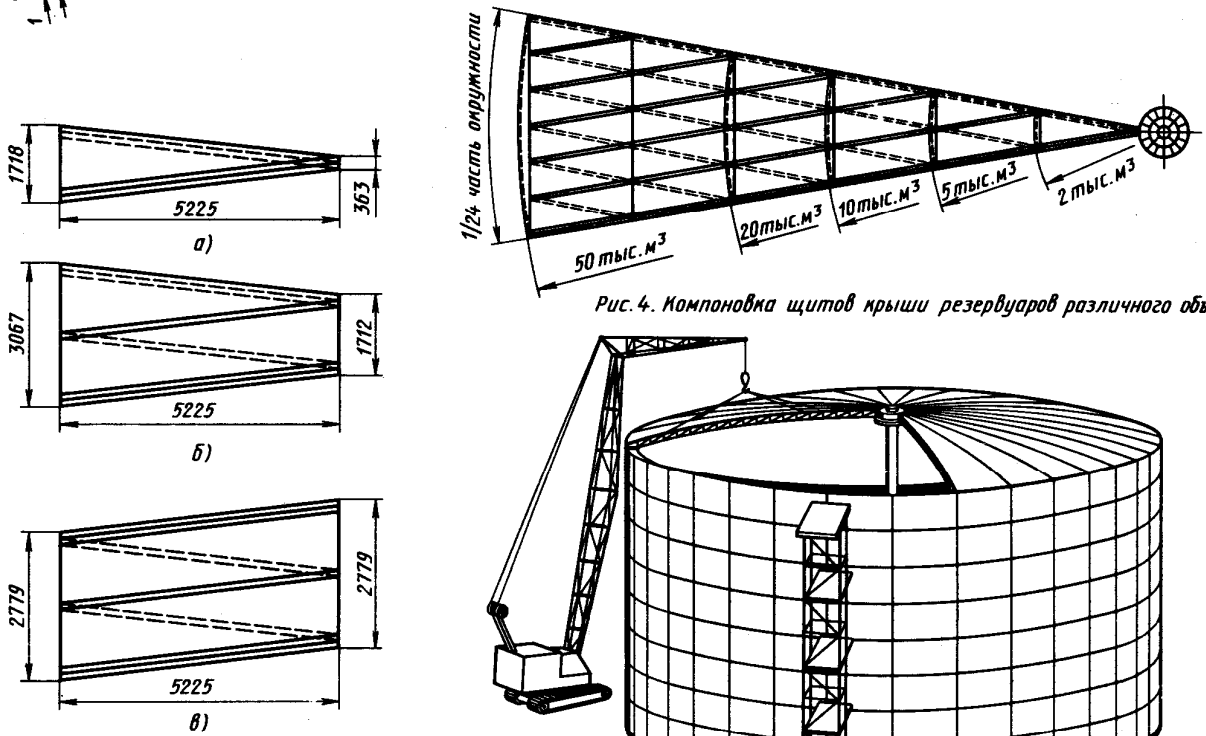


Рис.3. Унифицированные щиты крыши

Рис.4. Компоновка щитов крыши резервуаров различного объема

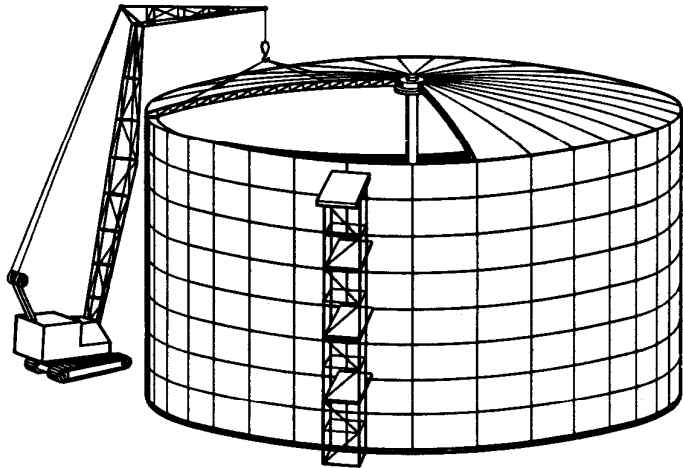


Рис.5. Монтаж щитов стационарной крыши

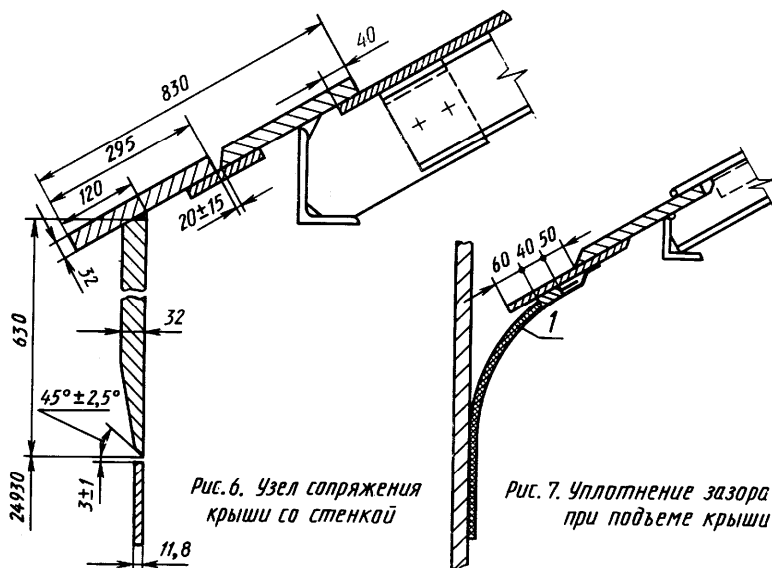


Рис. 6. Узел сопряжения крыши со стенкой

Рис. 7. Уплотнение зазора при подъеме крыши

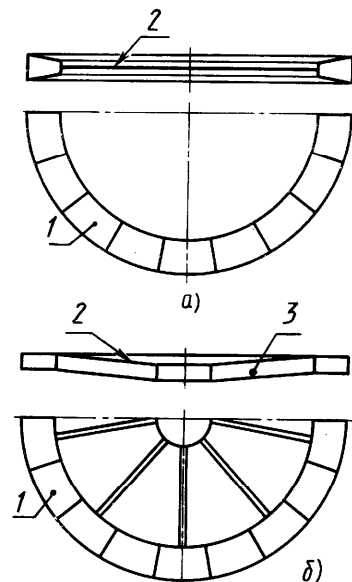


Рис. 10. Плавающие крыши резервуаров

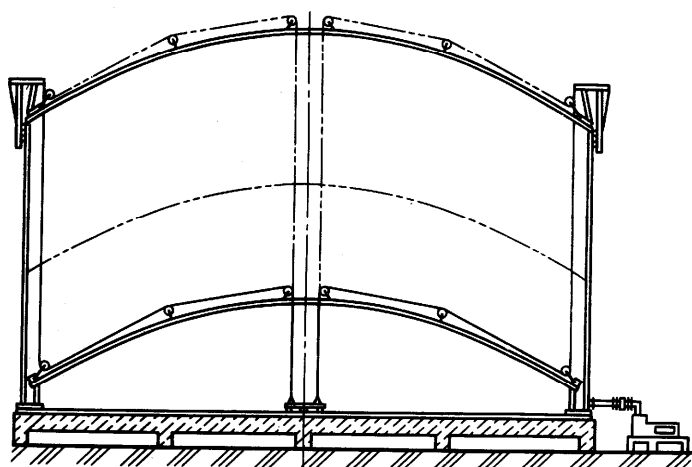


Рис. 8. Подъем собранной крыши в проектное положение пневматическим способом

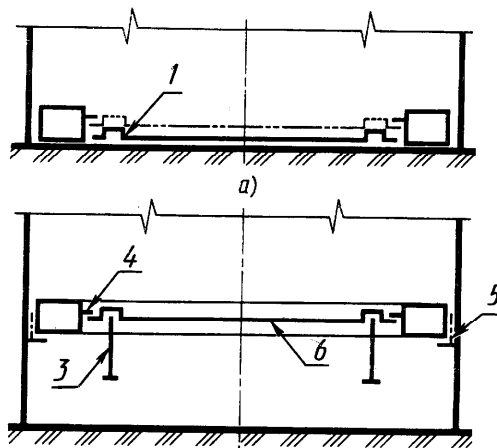


Рис. 11. Сборка плавающей крыши из монтажных элементов

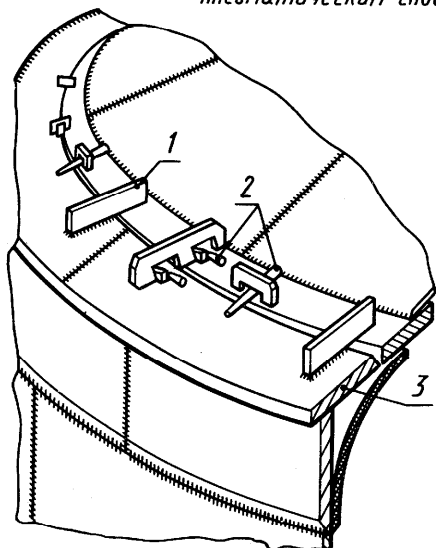


Рис. 9. Сборка стыка крыши со стенкой

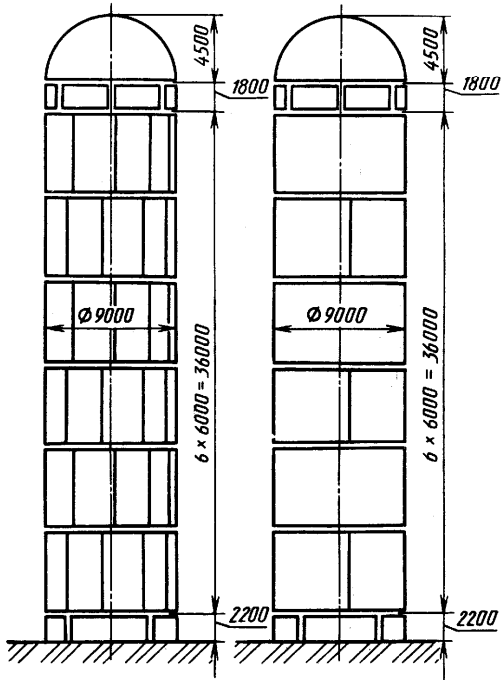


Рис.1. Варианты раскроя воздушнонагревателей

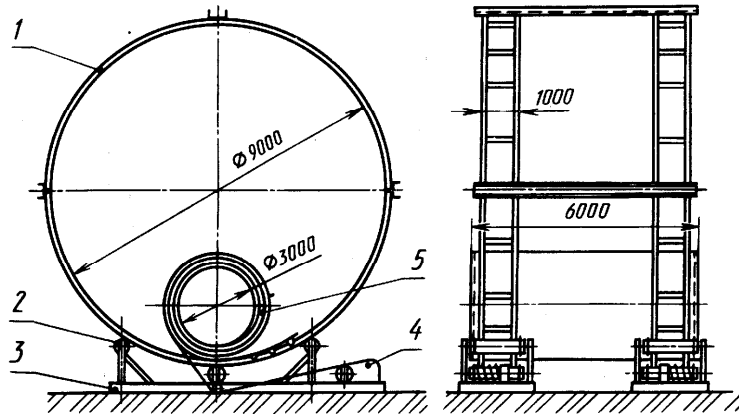


Рис.2. Установка для разворачивания рулонов

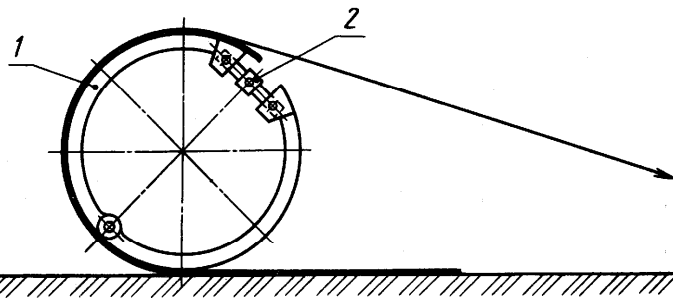


Рис.3. Наворачивание рулонированного полотнища

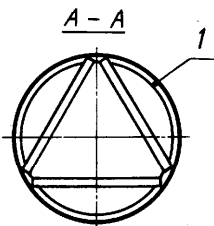
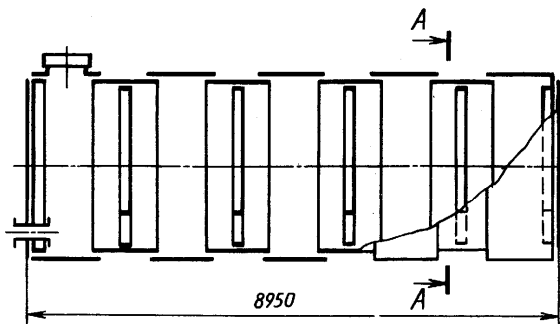


Рис.4. Горизонтальный резервуар объемом 75 м³

Развертка полотнища стенки

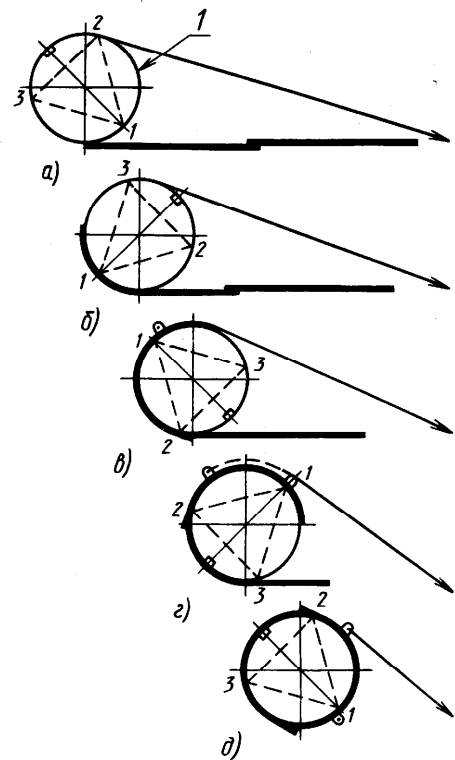
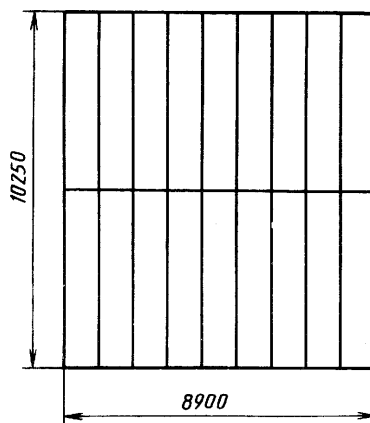


Рис.5. Наворачивание полотнища на элементы жесткости резервуара

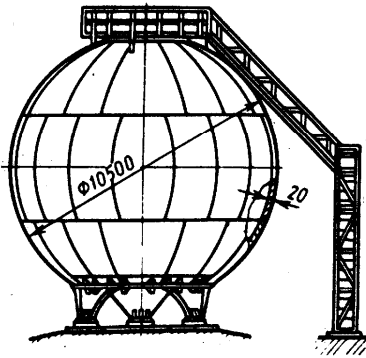


Рис. 1. Сферический резервуар объемом 600 м³

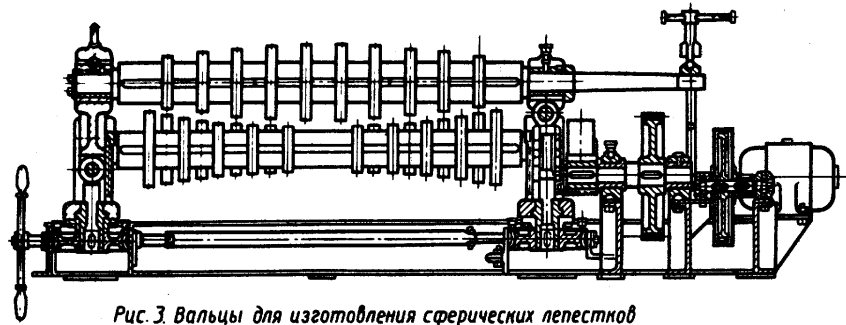


Рис. 3. Вальцы для изготовления сферических лепестков

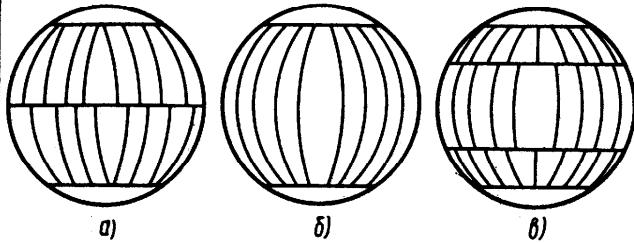


Рис. 2. Схемы раскроя корпусов сферических резервуаров

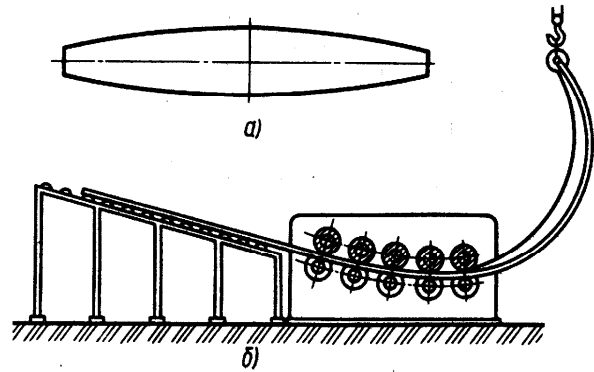


Рис. 4. Вальцовна сферических лепестков

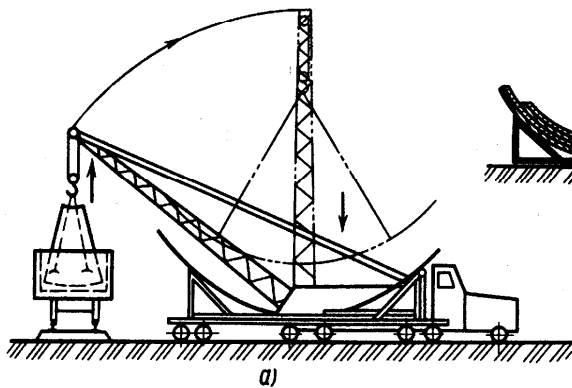


Рис. 5. Выгрузка и складирование лепестков

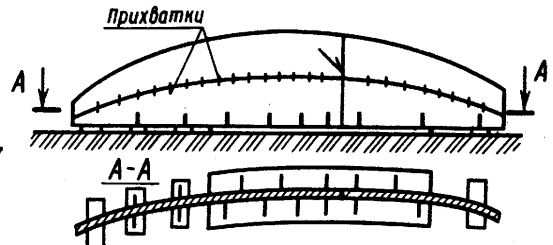


Рис. 6. Сборка лепестков в монтажные блоки

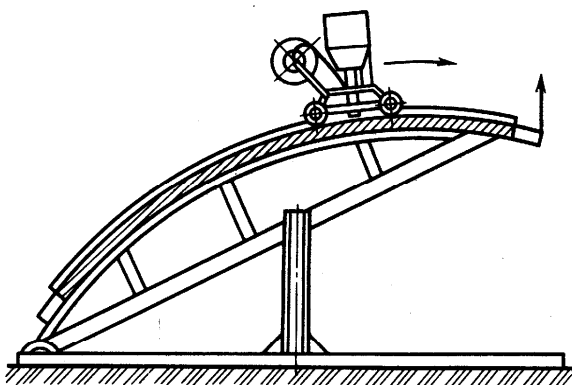


Рис. 7. Стенд для автоматической дуговой сварки швов блока

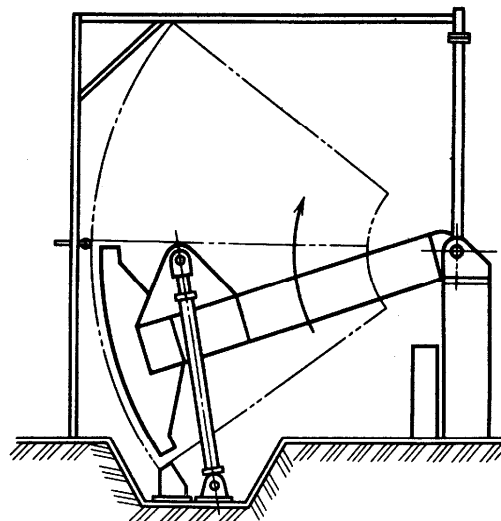


Рис. 8. Стенд для электрошлаковой сварки или дуговой сварки с принудительным формированием шва

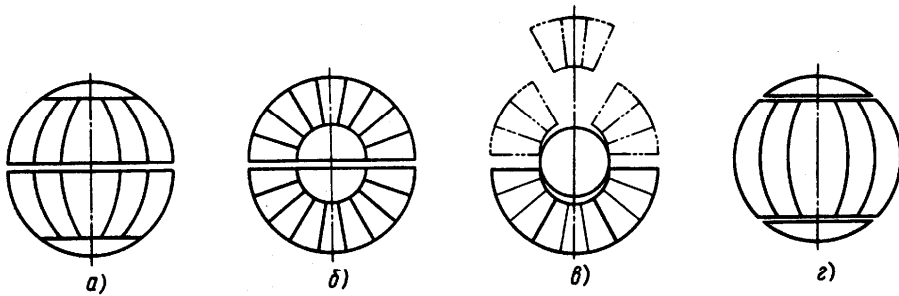


Рис.1. Варианты сборки сферических резервуаров

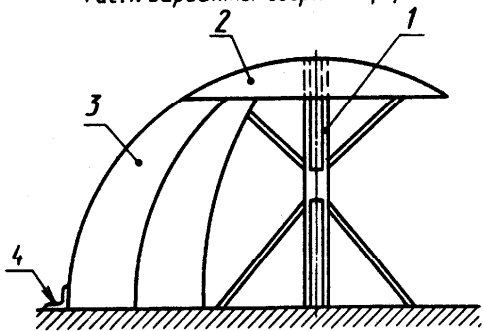


Рис.2. Сборка полусферы при вертикальной ориентации блоков

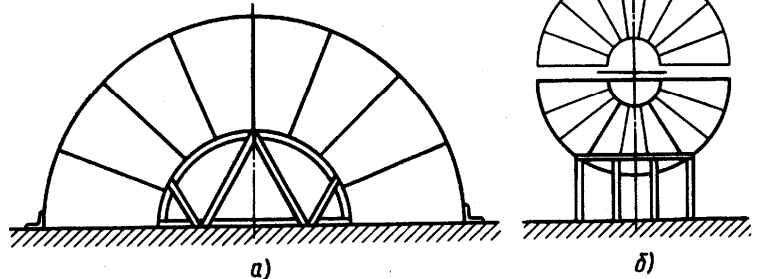


Рис.3. Сборка полусфер при горизонтальной ориентации блоков

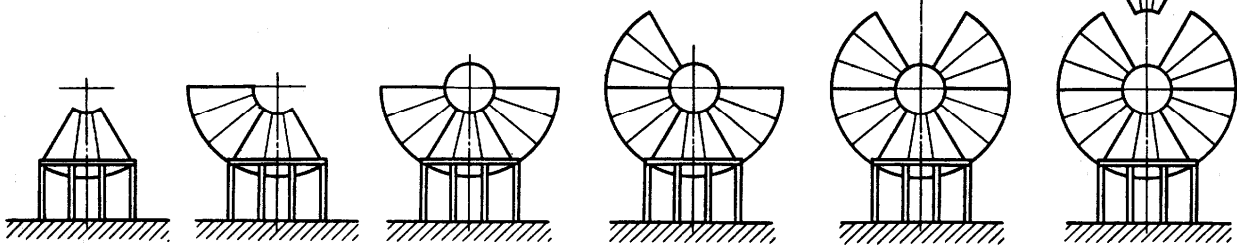
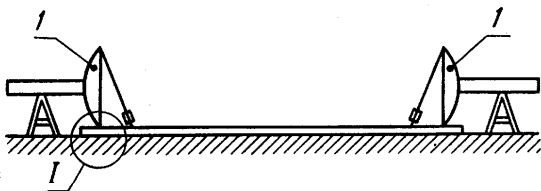


Рис.4. Последовательность сборки резервуара методом последовательного наращивания при горизонтальной ориентации блоков



1 увеличено



Рис.5. Кондуктор для сборки центральной стойки

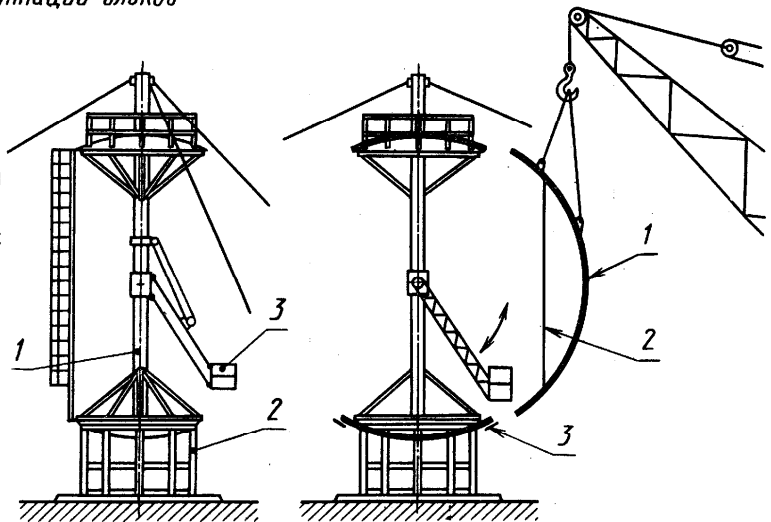


Рис.6. Установка центральной стойки на опорное кольцо

Рис.7. Схема установки блоков резервуара объемом 2000 м³

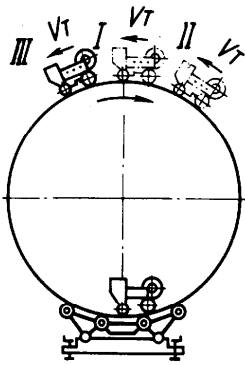


Рис. 1. Схема сварки сферического резервуара на манипуляторе

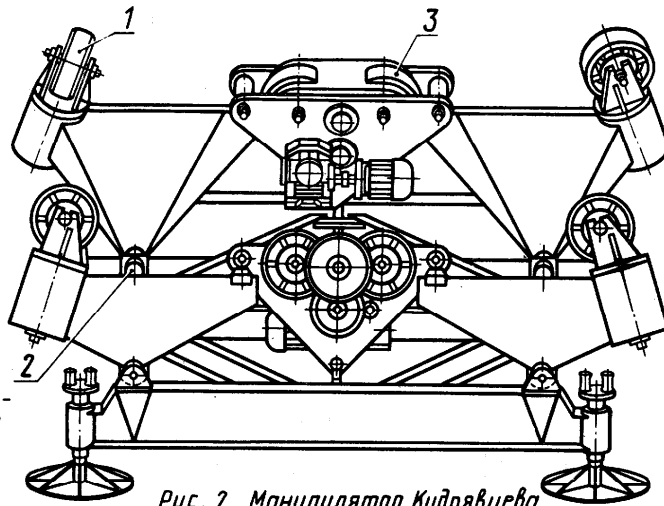


Рис. 2. Манипулятор Кудрявцева

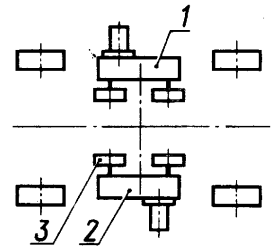


Рис. 3. Схема привода роликов манипулятора Кудрявцева

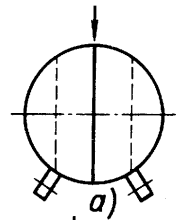


Рис. 4. Схемы сварки различных швов

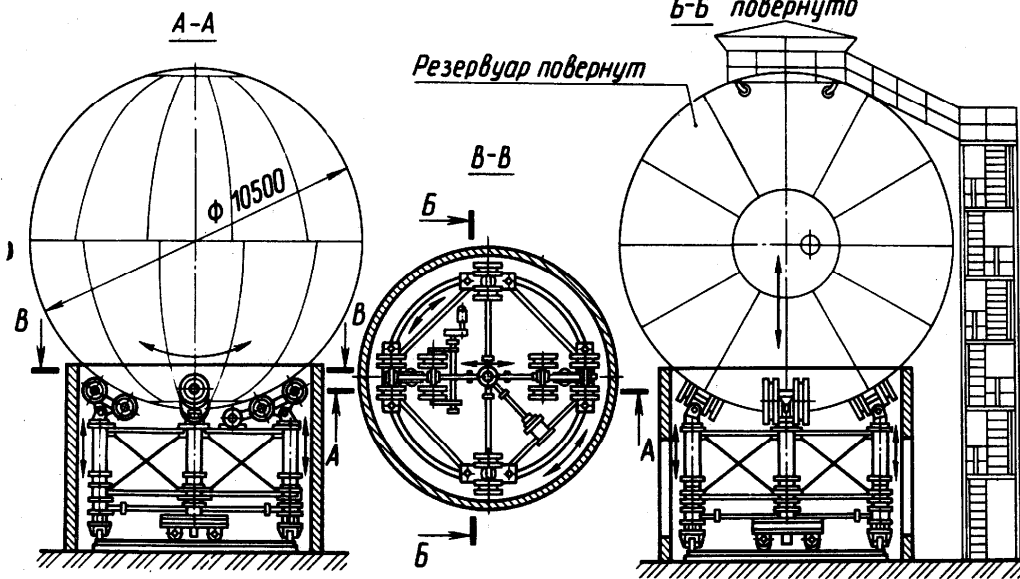


Рис. 5. Манипулятор с жесткой системой опоры $\phi 7500$

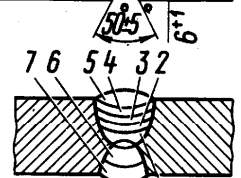
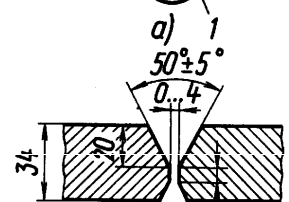
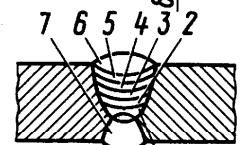
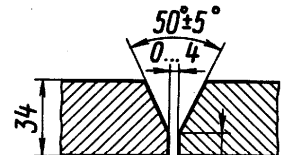


Рис. 7. Последовательность (1...7) наложения швов

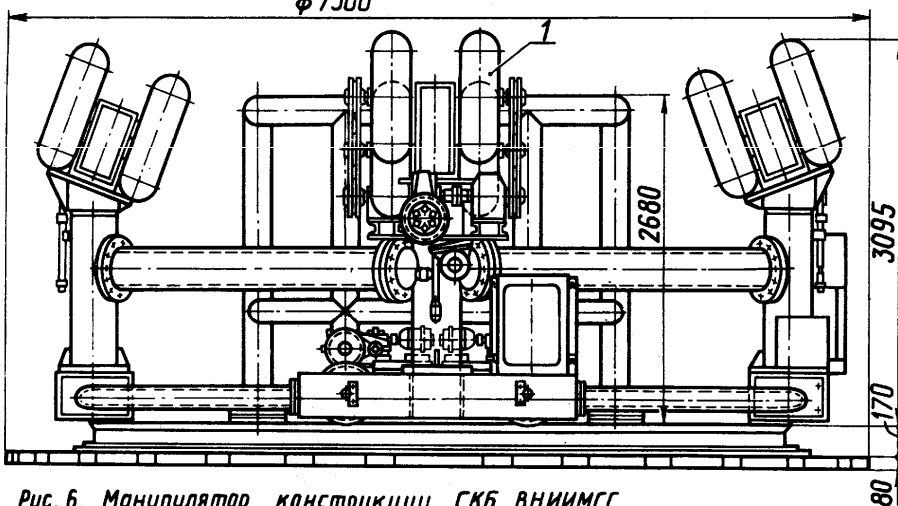


Рис. 6. Манипулятор конструкции СКБ ВНИИМСС

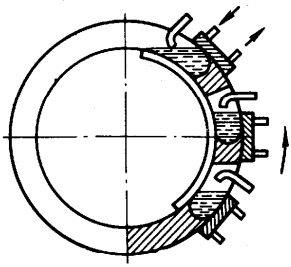


Рис. 8. Схема автоматической сварки шва резервуара с принудительным формованием (без вращения)

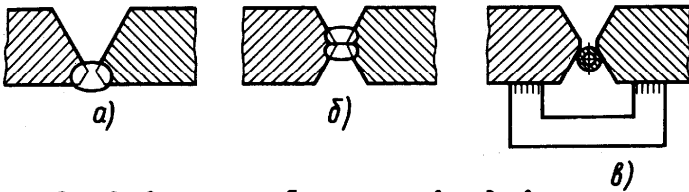


Рис. 9. Варианты сборки стыков под сварку

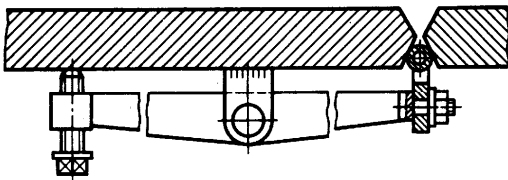


Рис. 10. Крепление охлаждаемой формирующей трубки

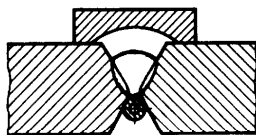
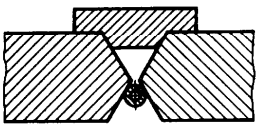
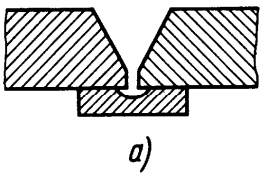


Рис. 11. Схемы сварки стыков

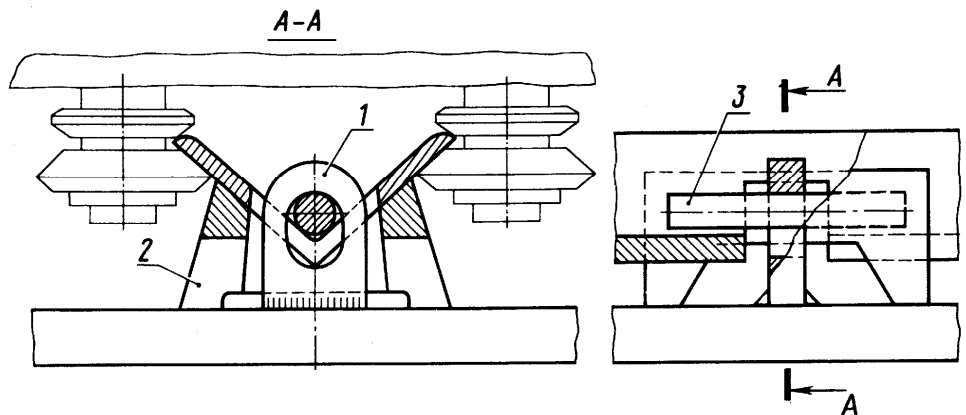


Рис. 13. Крепление на изделии направляющего уголка сварочного автомата

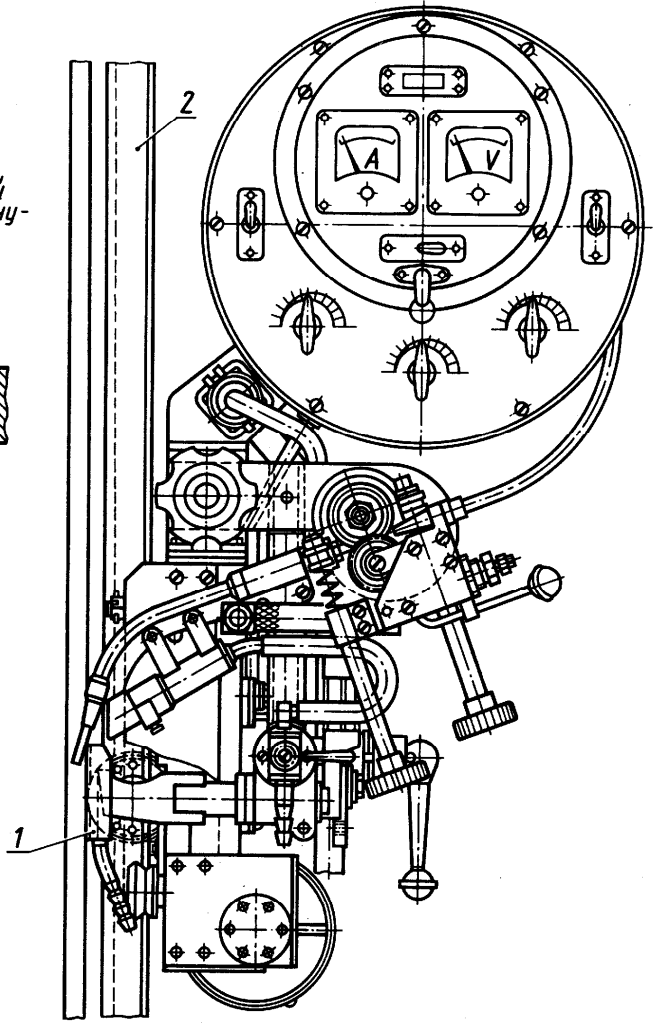


Рис. 12. Сварочный автомат для сварки швов с принудительным формованием

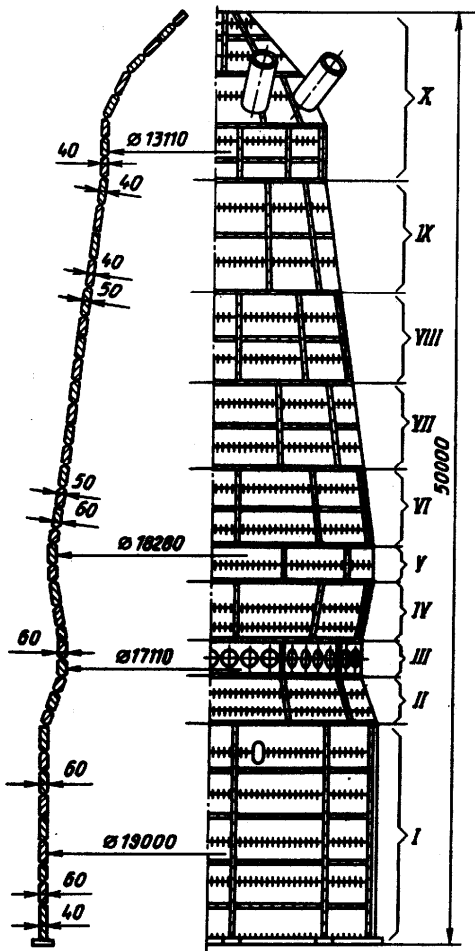


Рис. 2. Раскрой и разбивка на монтажные блоки кожуха домы объемом 5000 м³

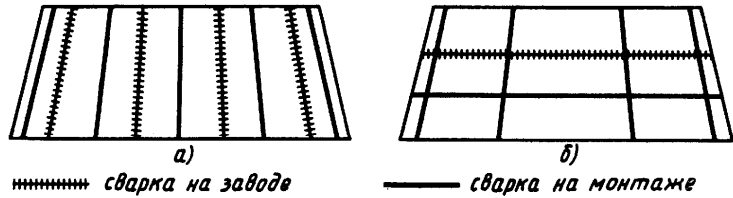


Рис. 1. Схемы раскроя монтажного блока

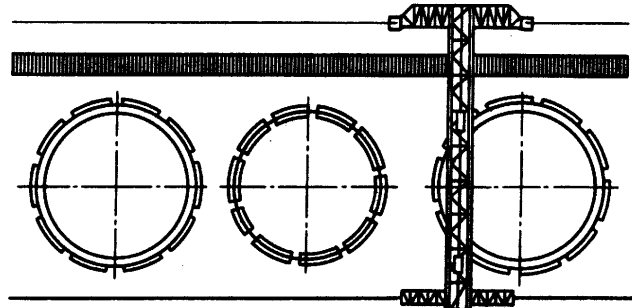


Рис. 4. Сборка отдельных блоков на монтажной площадке

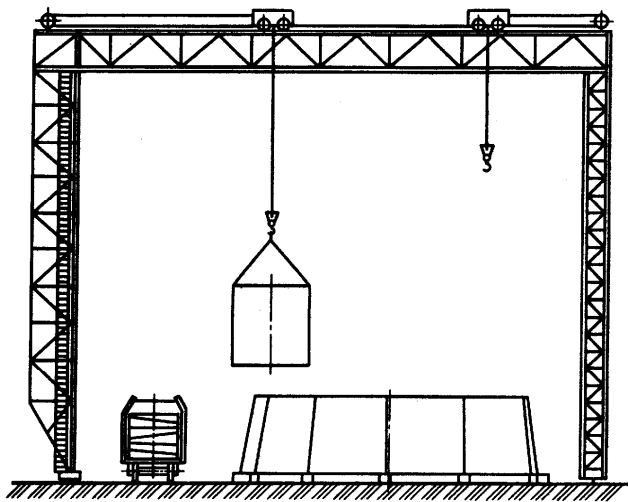
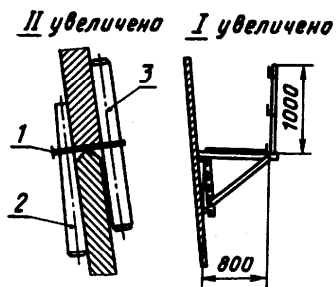


Рис. 3. Схема сборки монтажного блока

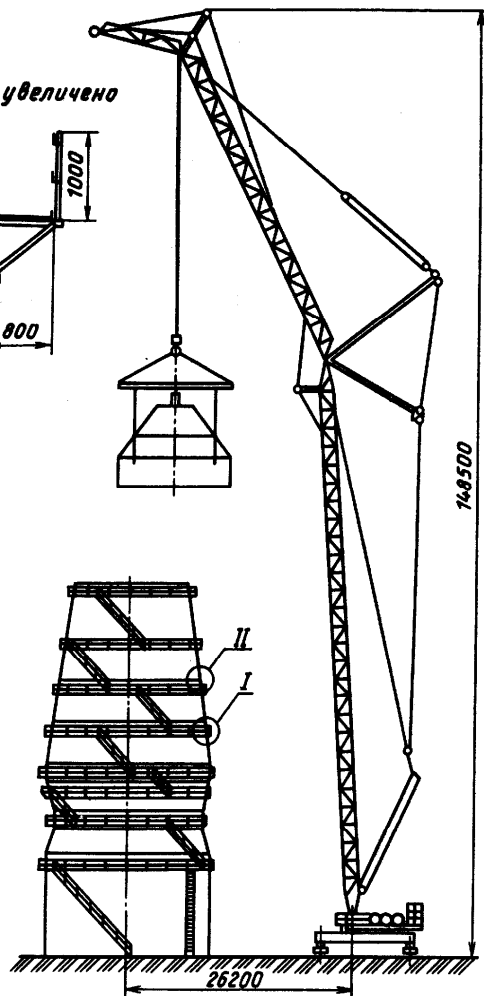


Рис. 5. Подъем и установка блока

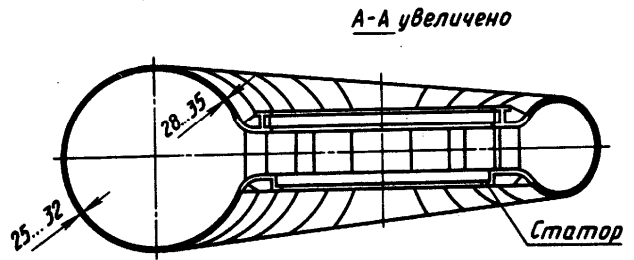
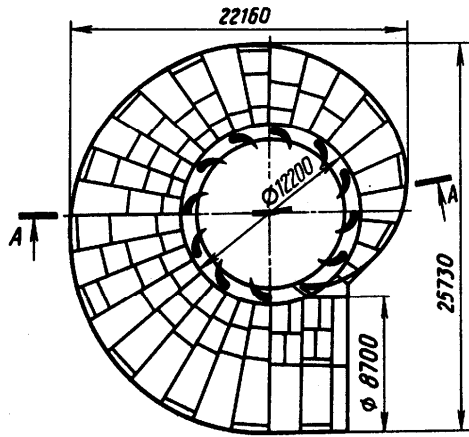


Рис.1. Спиральная камера гидротурбины

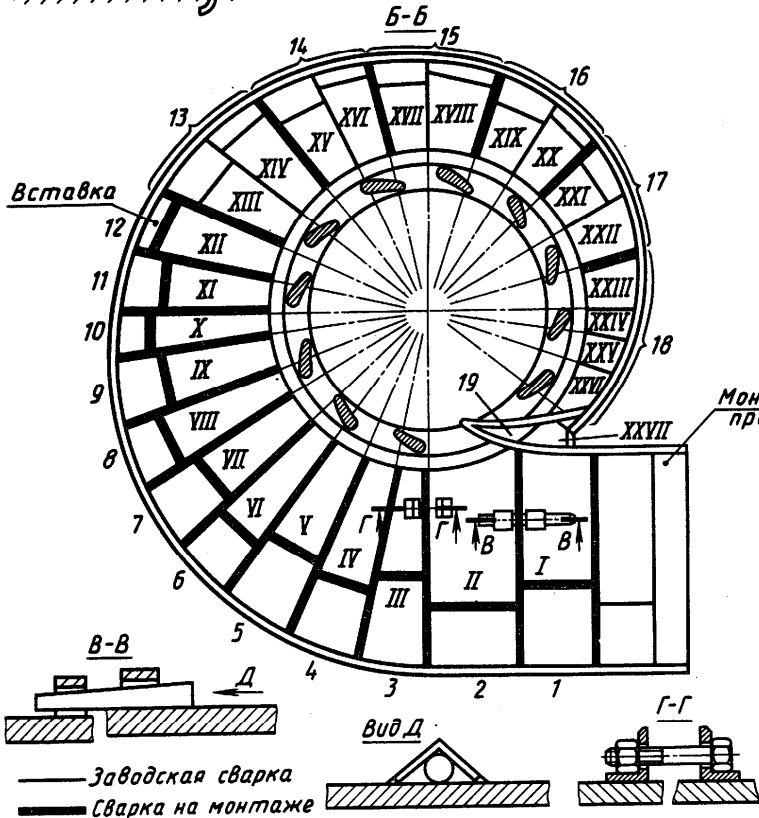
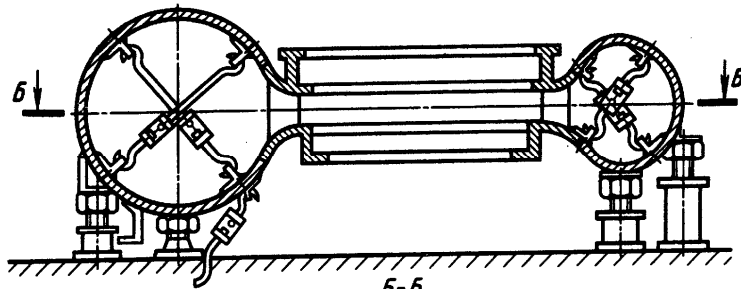


Рис.2. Разбивка спиральной камеры на монтажные блоки

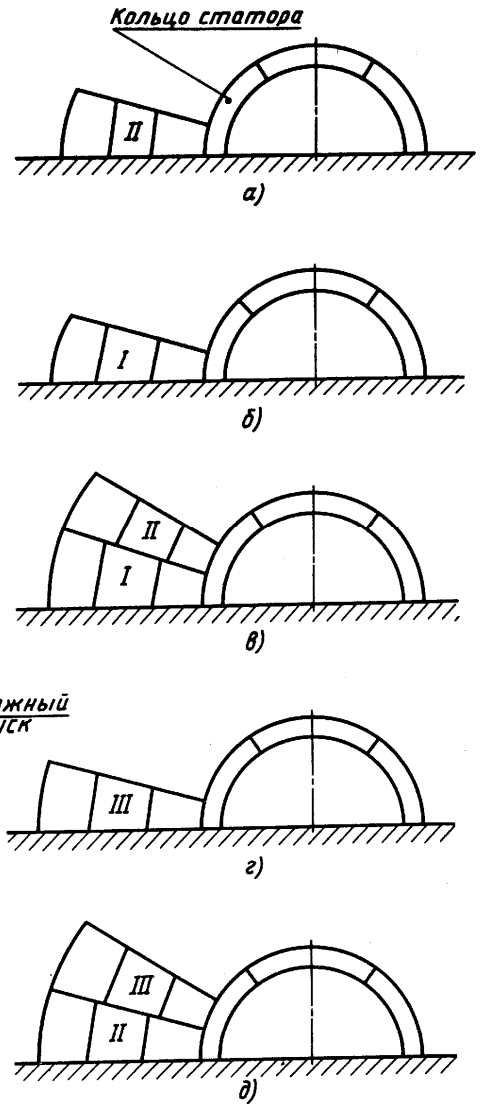


Рис.3. Схема контрольной сборки монтажных блоков

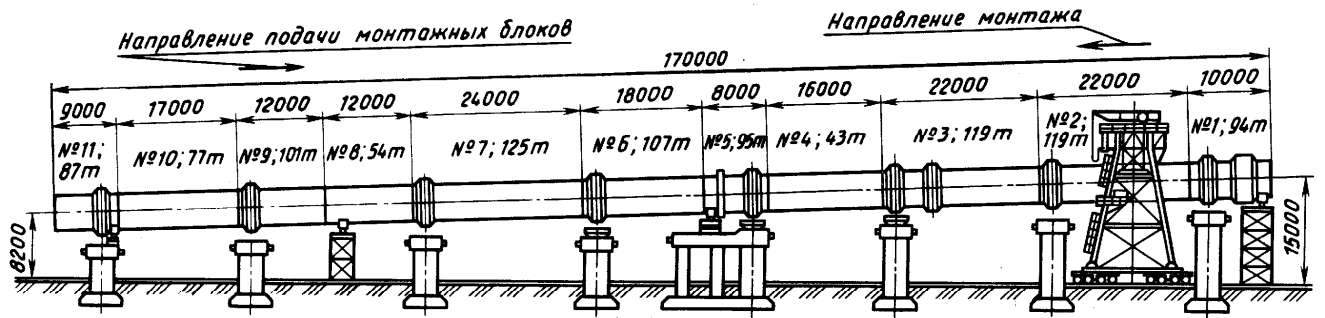


Рис. 1. Расчленение печи на укрупненные монтажные блоки

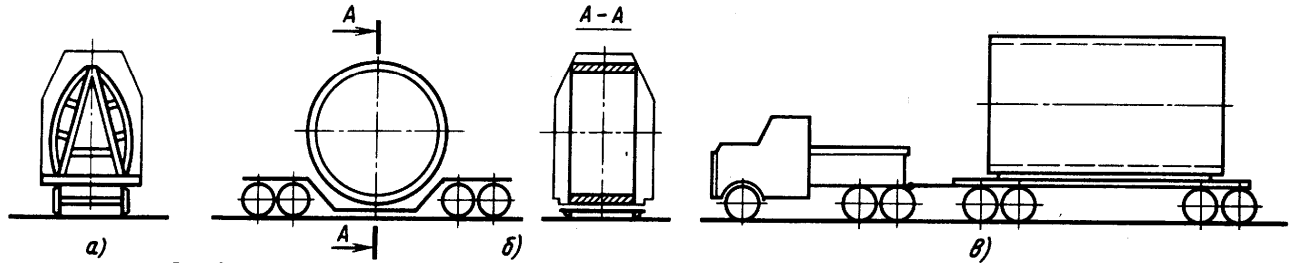


Рис. 2. Варианты транспортировки монтажных заготовок

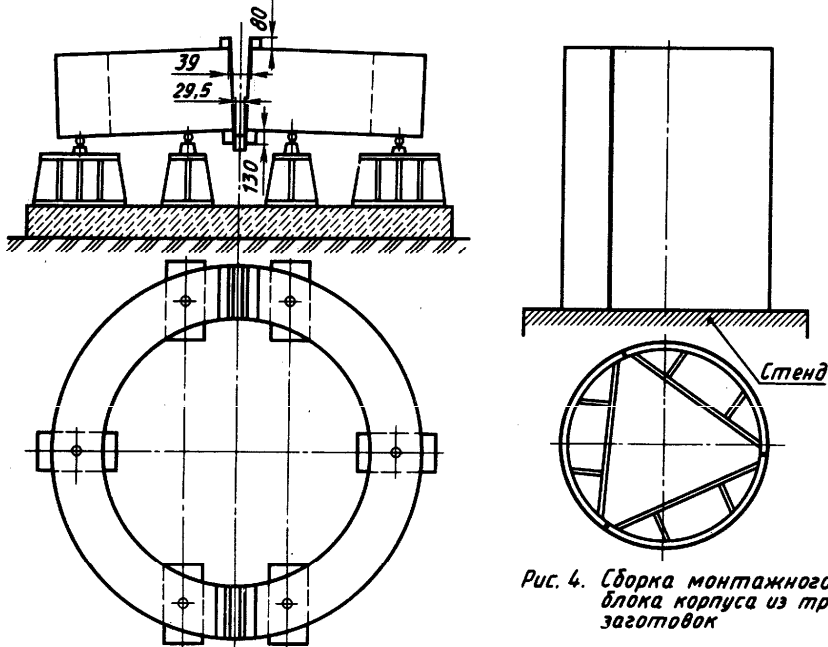


Рис. 3. Сборка заготовок бандаж под электрошлаковую сварку

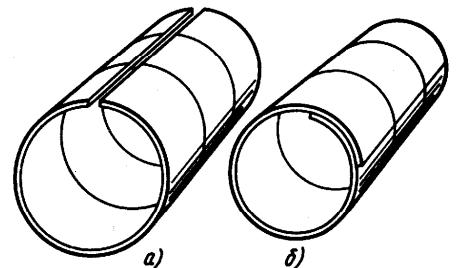


Рис. 5. негабаритная цилиндрическая обечайка:
а - до и после перевозки;
б - во время транспортировки

Рис. 4. Сборка монтажного блока корпуса из трех заготовок

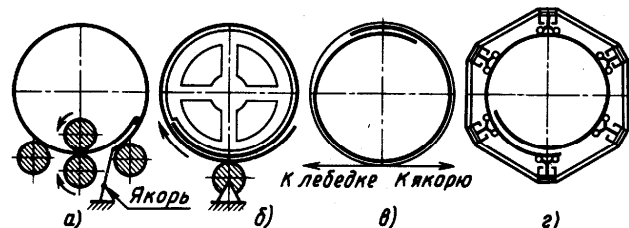


Рис. 6. Схемы оснастки для выполнения временного деформирования

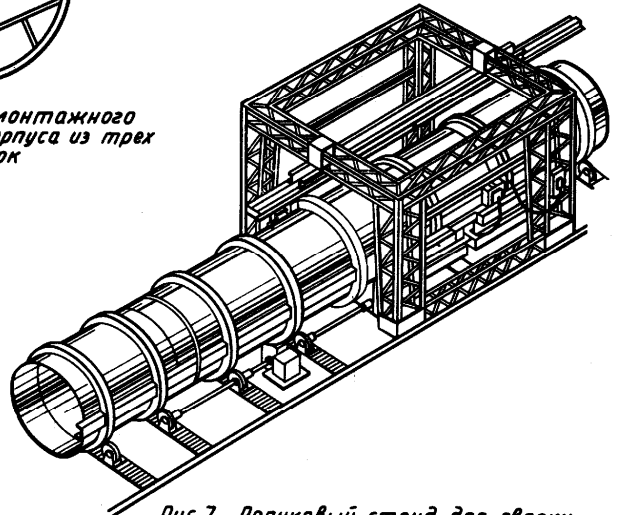


Рис. 7. Роликовый стенд для сварки кольцевых и продольных швов на монтаже

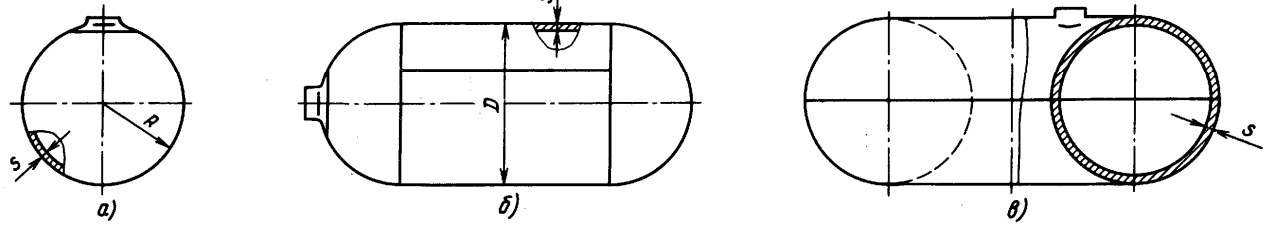


Рис. 1. Типы сосудов давления

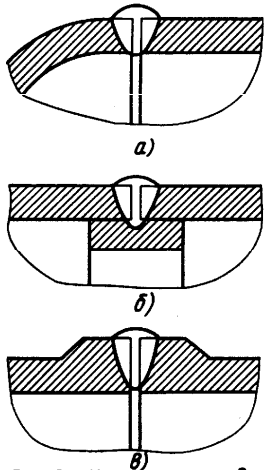


Рис. 2. Конструктивное оформление кольцевых стыков

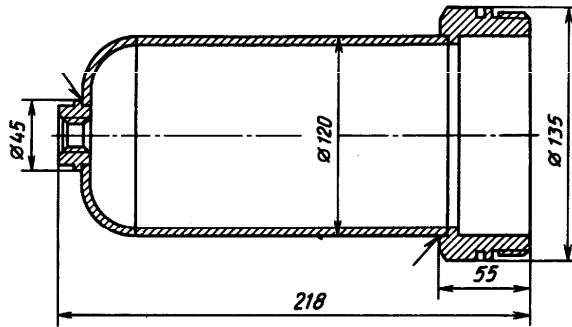


Рис. 3. Корпус фильтра

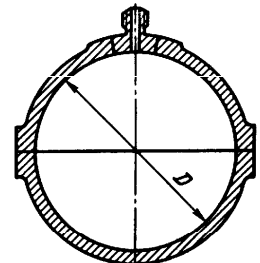


Рис. 4. Сферический сосуд из титанового сплава

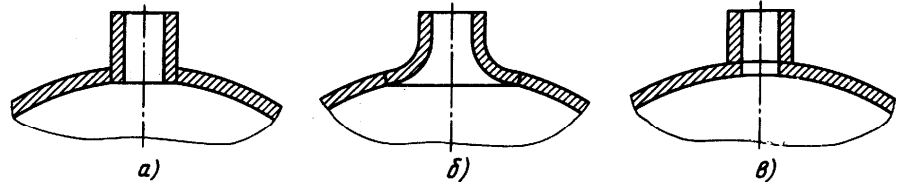


Рис. 6. Варианты соединения штуцера с оболочкой

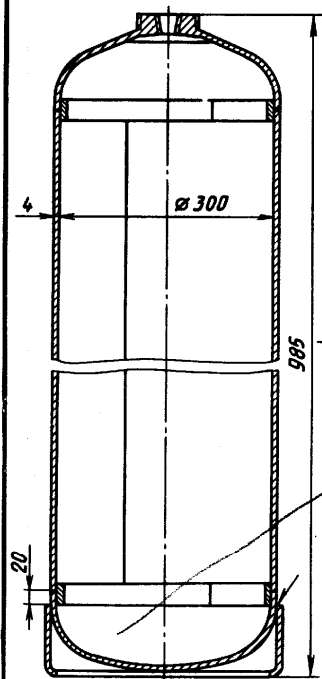


Рис. 5. Баллон для газа

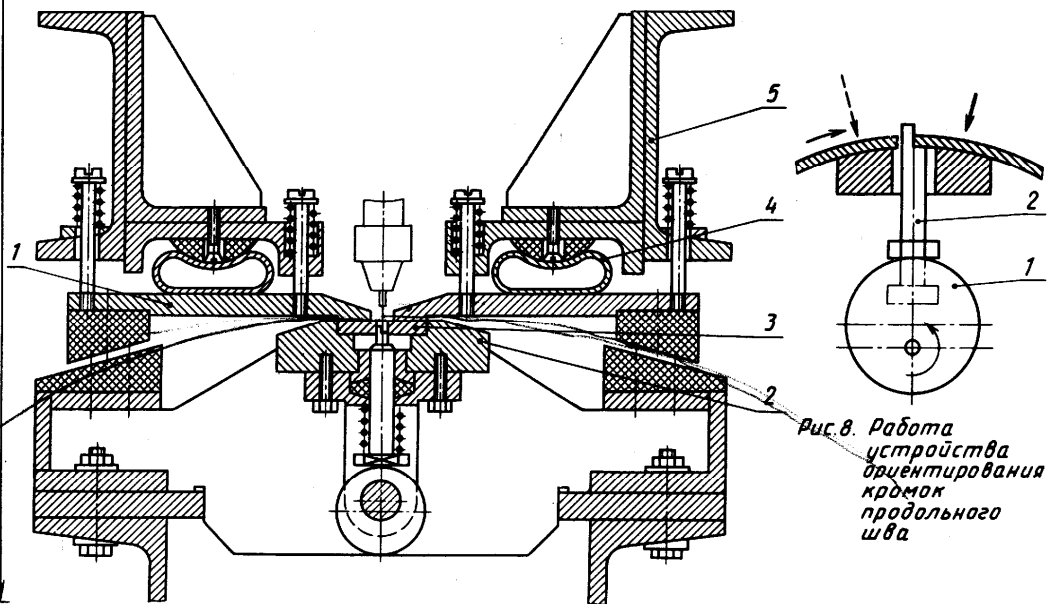


Рис. 7. Приспособление для прижима кромок продольного шва

Рис. 8. Работа устройства ориентирования кромок продольного шва

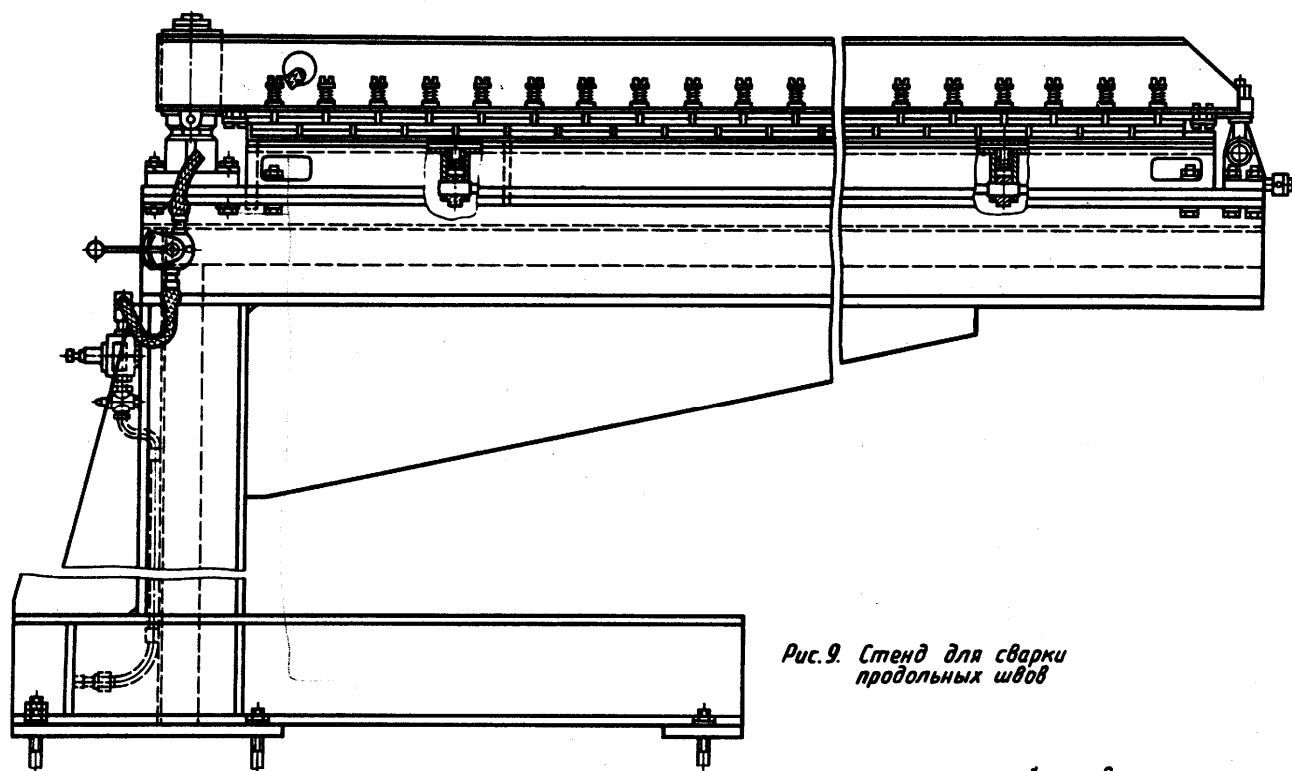


Рис. 9. Стенд для сварки продольных швов

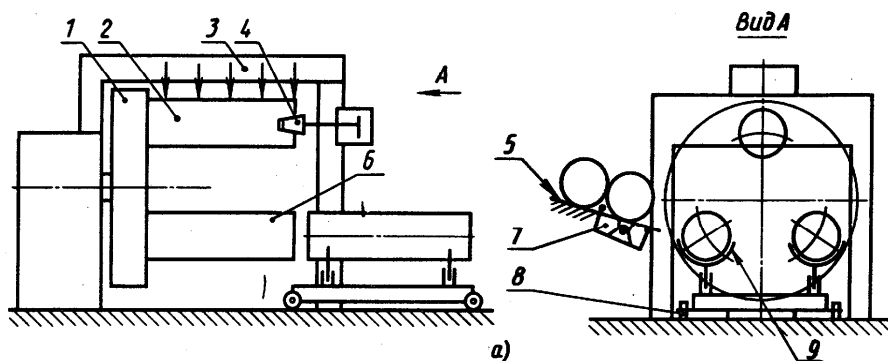
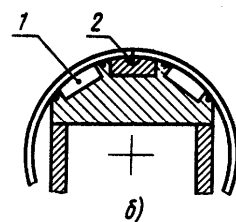
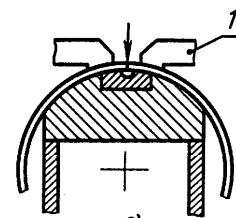


Рис. 10. Полуавтоматическая установка для сборки и сварки продольных швов обечаек



а)



б)

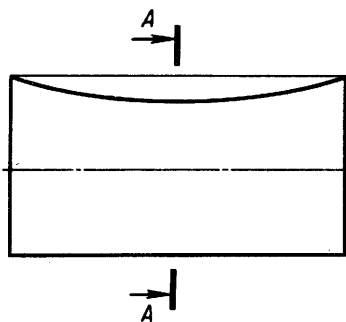


Рис. 11. Характер деформаций обечайки от продольного шва

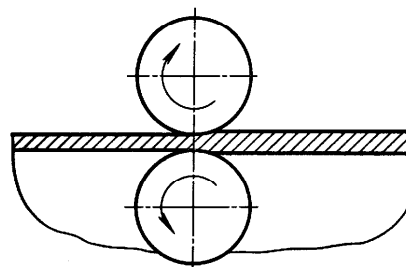


Рис. 12. Схема прокатки шва для устранения деформаций

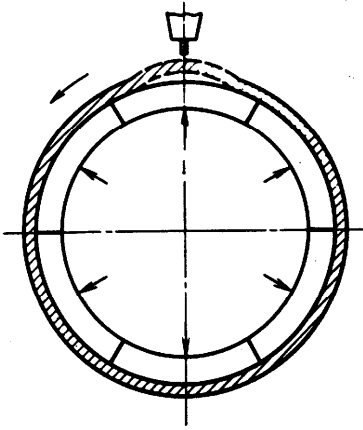


Рис.13. Схема подъема кромок при сварке кольцевого стыка на разжимной оправке

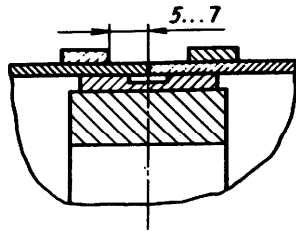
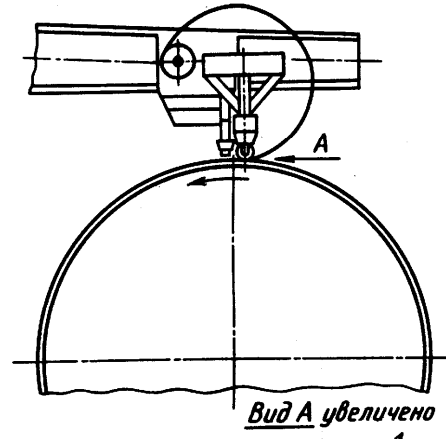


Рис.14. Сборка кольцевого стыка с помощью стяжных лент



Вид А увеличено

Рис.15. Приспособление для прижатия кромок к подкладному кольцу перед сварочной головкой

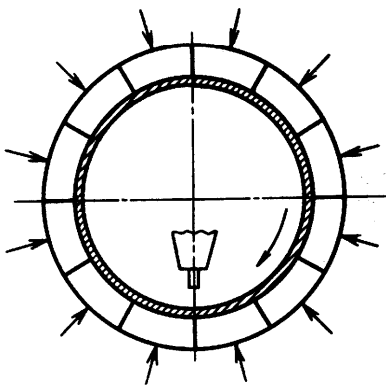
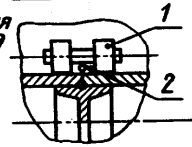


Рис.16. Схема сварки кольцевого стыка с наружным закреплением

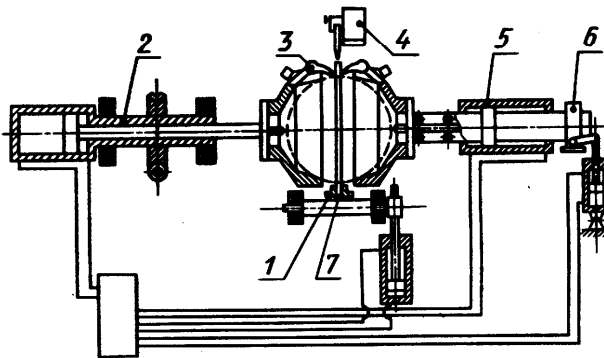


Рис.17. Схема станка-автомата для сборки и сварки пустотелых шаров из двух полушар

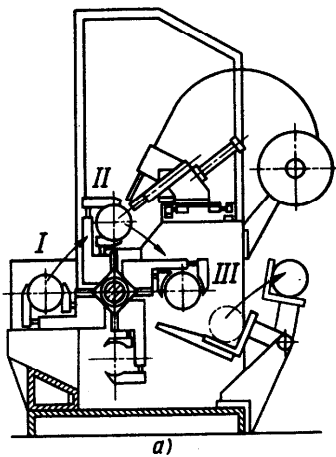


Рис.18. Сборка и сварка тормозных баллонов: а - схема станка; б - схема сборочной операции; в - схема сварки

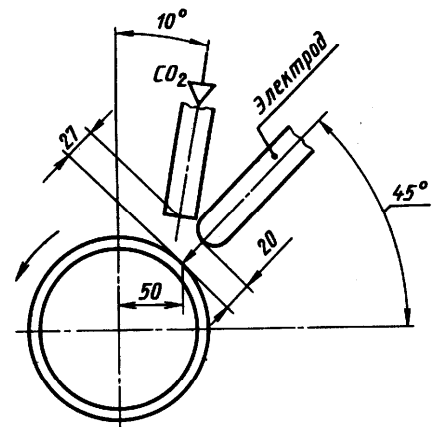
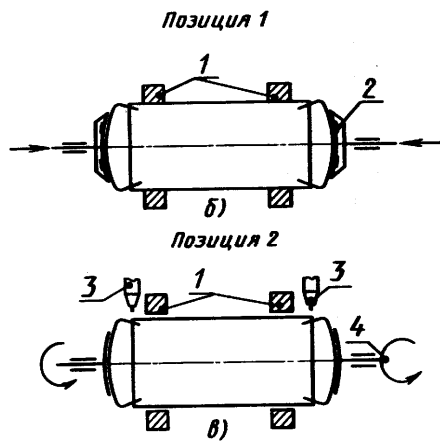


Рис.19. Расположение электрода при сварке кольцевого шва

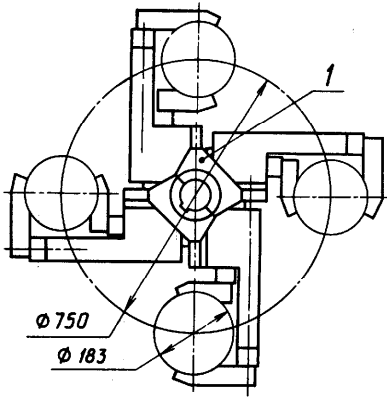


Рис. 20. Четырехпозиционное транспортное устройство

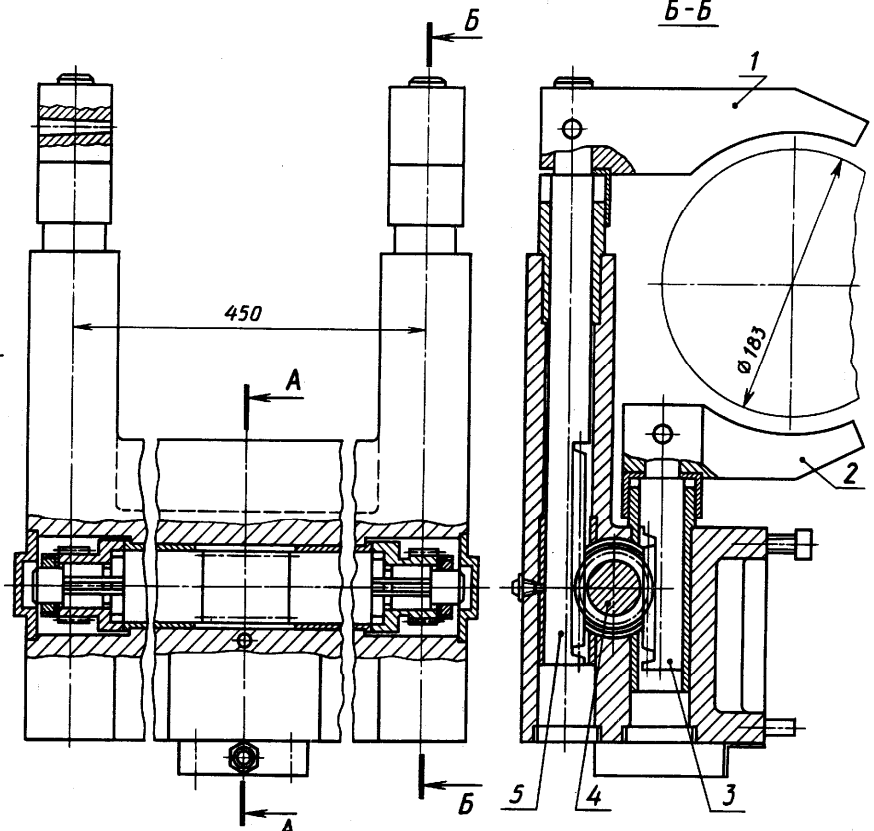
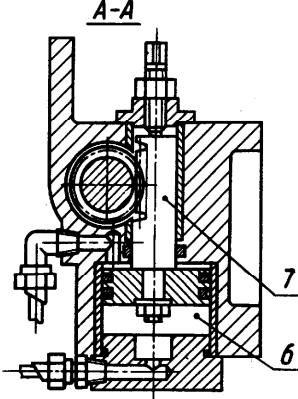


Рис. 21. Конструкция самоцентрирующихся захватов

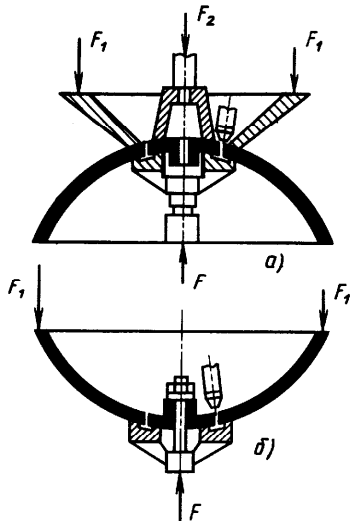


Рис. 22. Схемы сварки фланцев

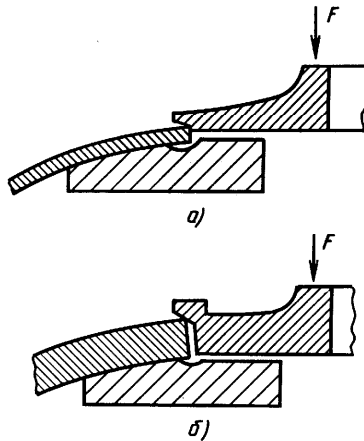


Рис. 23. Конструкции стыка фланцевого соединения

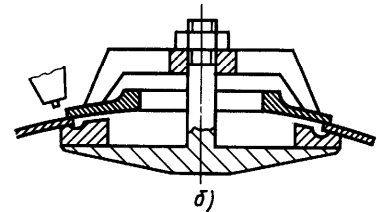
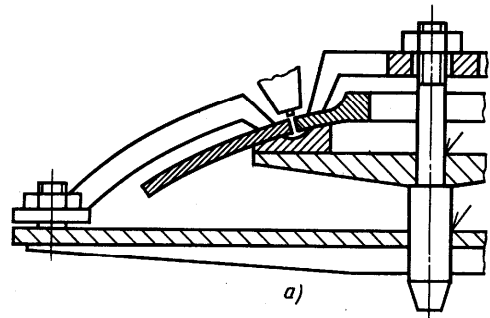


Рис. 24. Приспособления для сварки фланцев

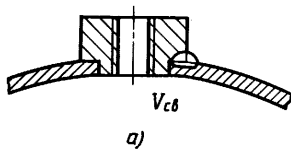
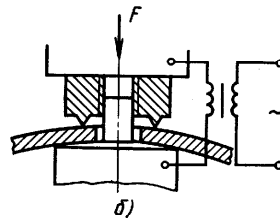


Рис. 25. Схемы сварки штуцеров



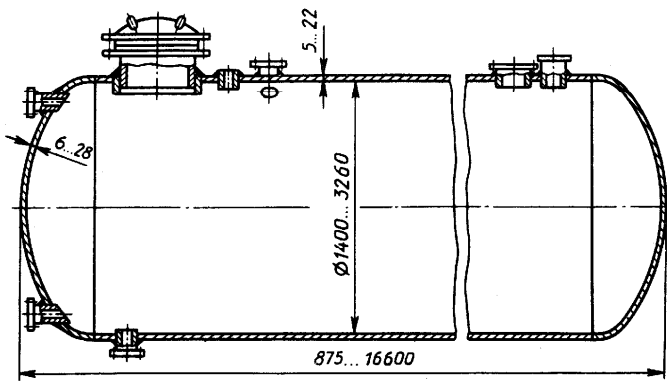


Рис. 1. Горизонтальный цельносварной резервуар

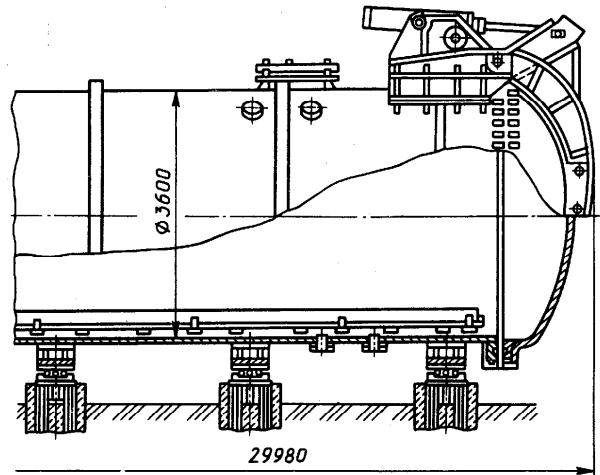


Рис. 2. Автоклав

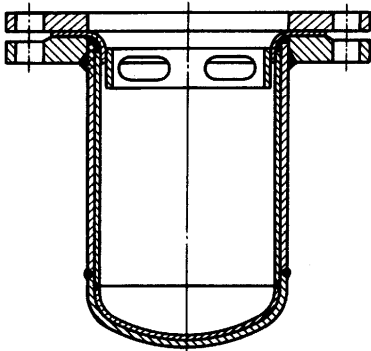


Рис. 3. Корпус аппарата с футеровкой из листового титана

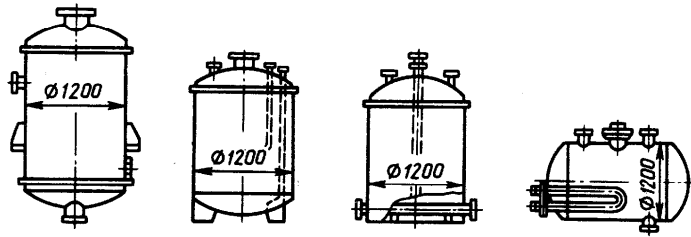


Рис. 4. Унифицированные конструкции химической аппаратуры

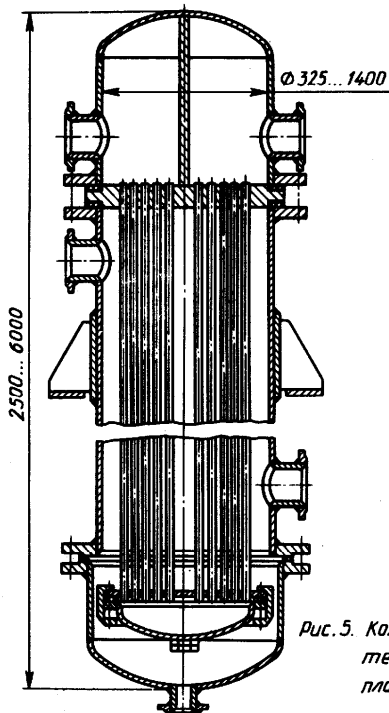


Рис. 5. Кожухотрубчатый теплообменник с плавающим компенсатором

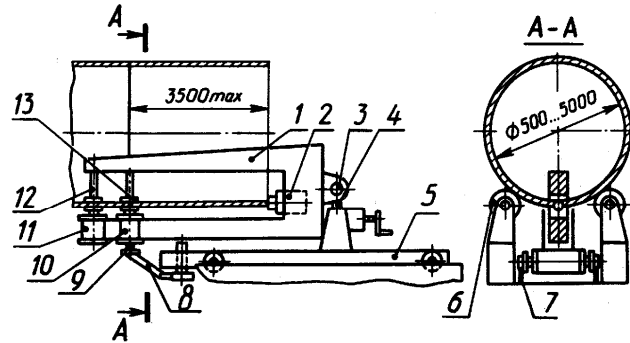


Рис. 6. Установка для механизированной сборки кольцевых швов

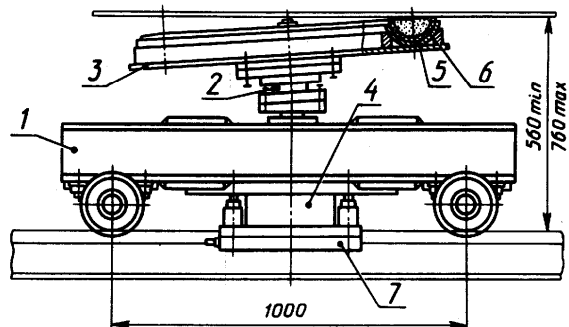


Рис. 7. Резиновая подушка с эластичным лотком для сварки кольцевых швов

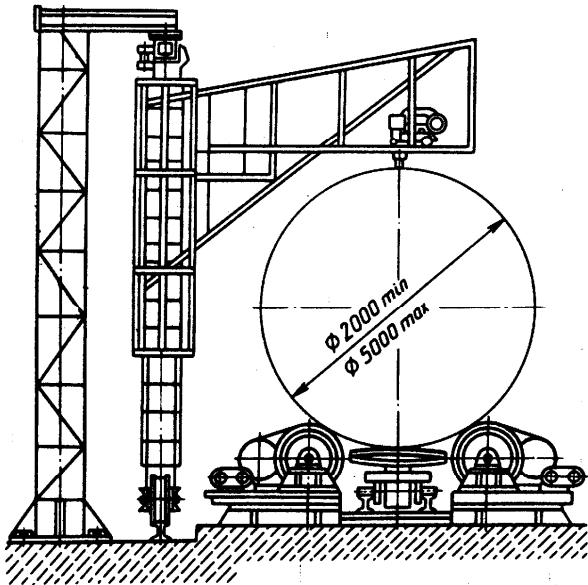


Рис. 8. Стенд для автоматической сварки кольцевых стыков

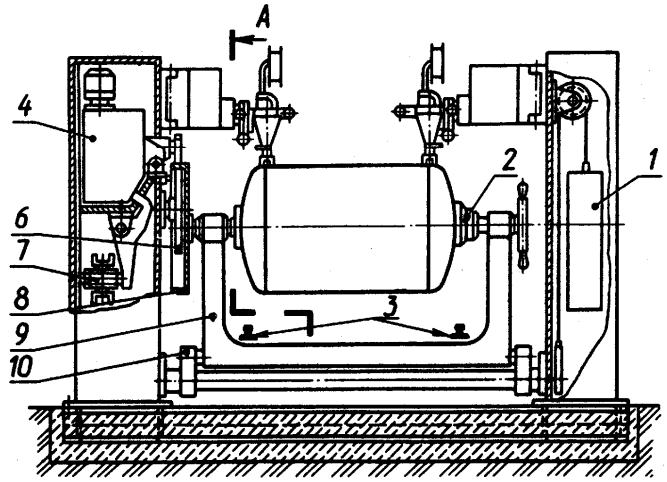


Рис. 9. Стенд для автоматической сварки овальных сосудов

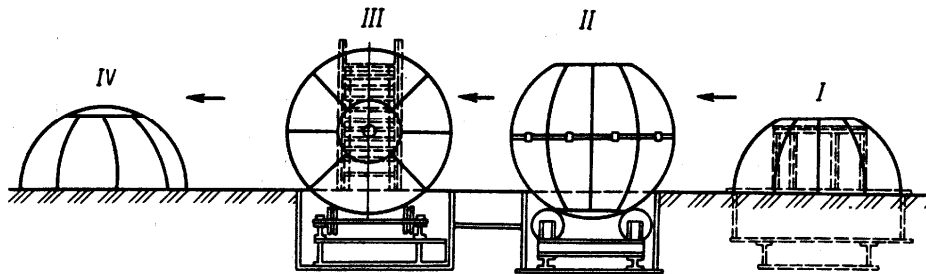


Рис. 10. Схема технологического процесса сборки и сварки днищ газгольдеров

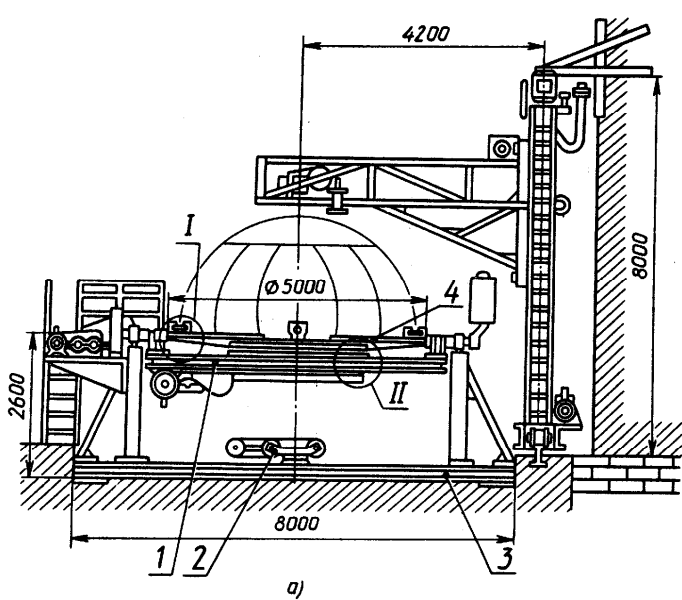
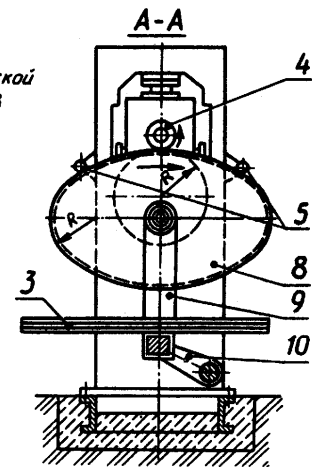
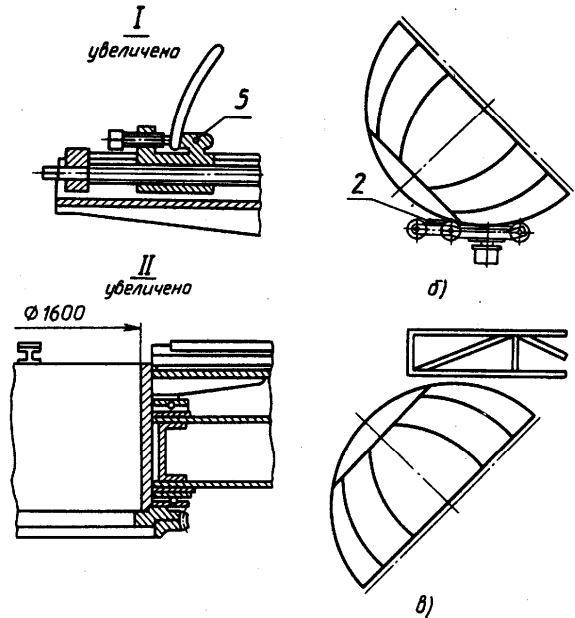


Рис. 11. Стенд для автоматической сварки полусферических днищ



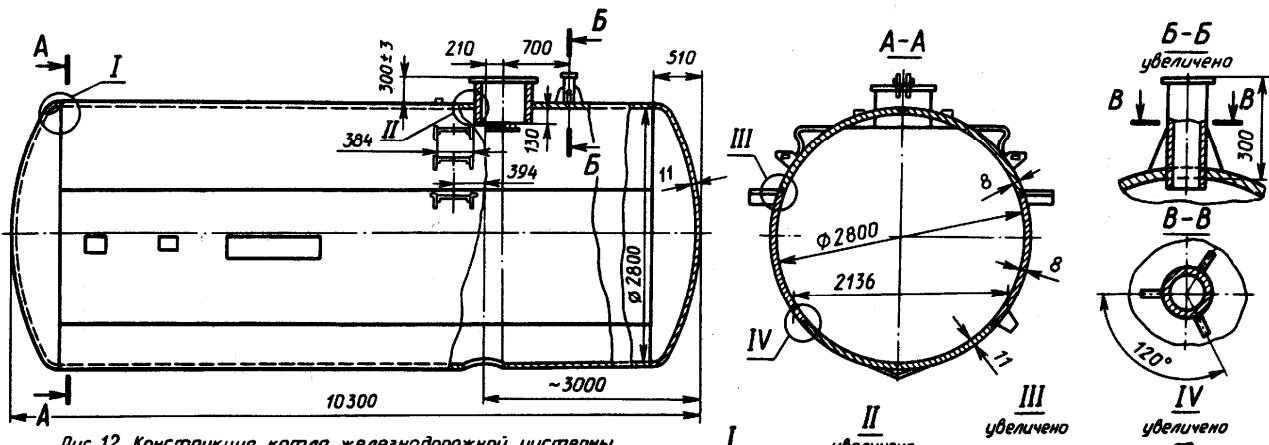


Рис. 12. Конструкция котла железнодорожной цистерны

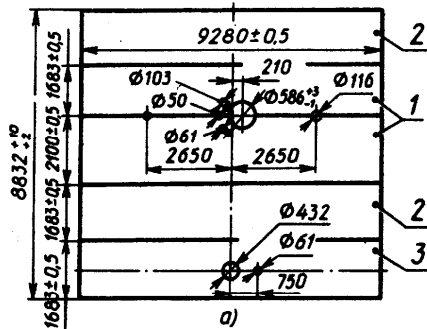


Рис. 13. Развертка (а) обечайки (б) котла цистерны

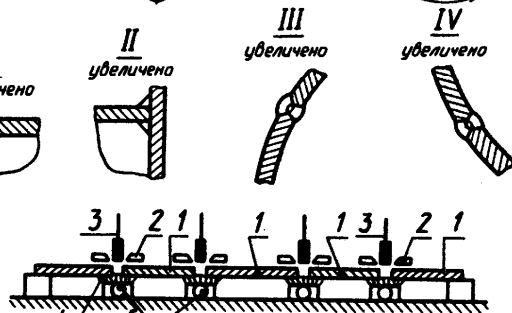


Рис. 14. Схема стелла для автоматической сварки листов обечайки

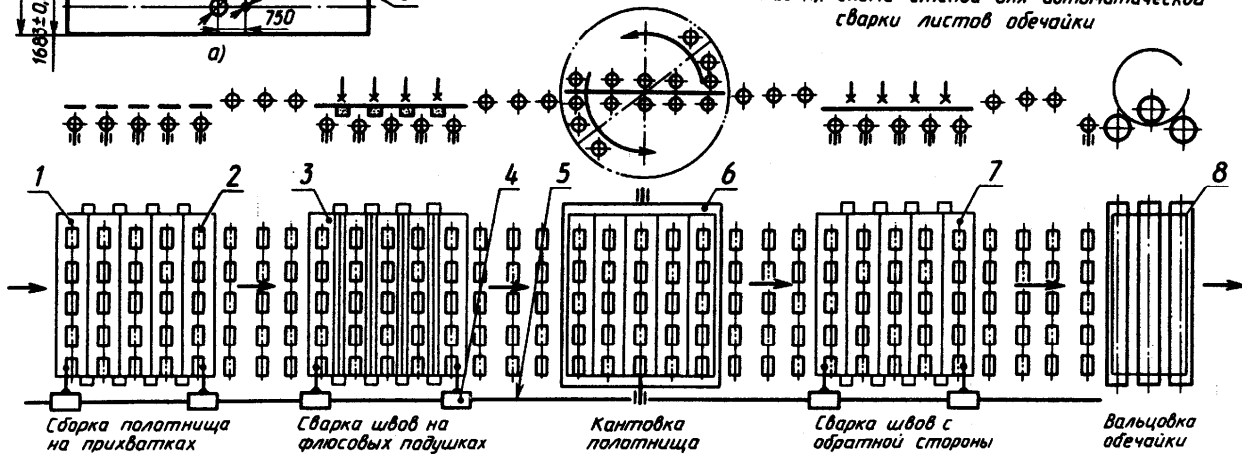


Рис. 15. Поточная линия изготовления обечайки котла

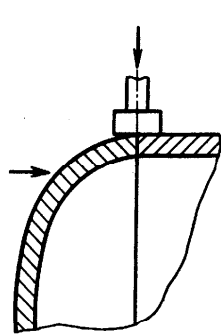


Рис. 16. Схема выравнивания кромок обечайки и днища

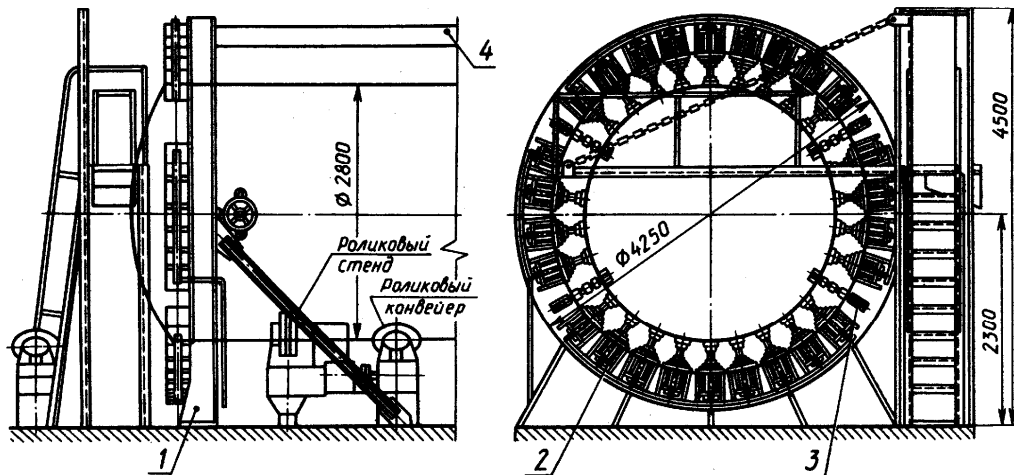


Рис. 17. Установка для сборки днищ с обечайкой

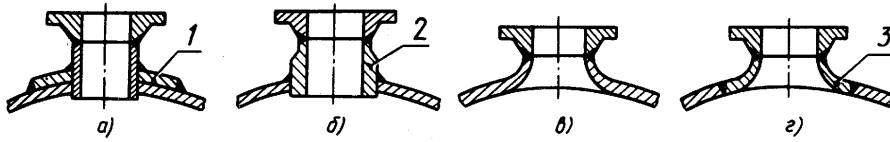


Рис. 1. Способы соединения люков и штуцеров с корпусами аппаратов

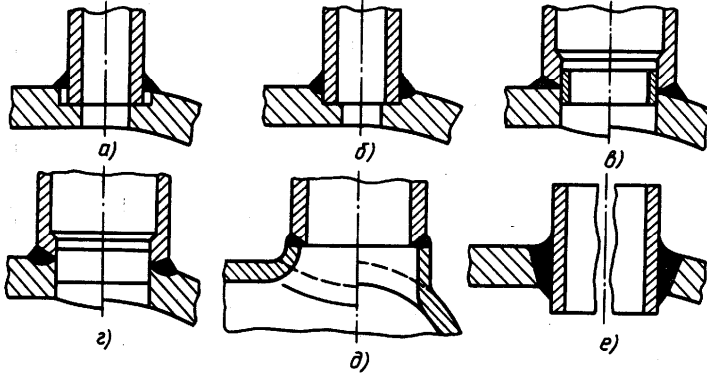


Рис. 2. Типы штуцерных соединений

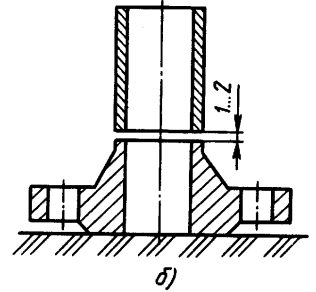
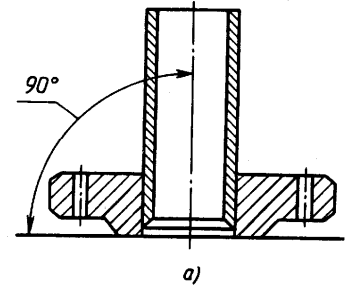


Рис. 3. Соединение патрубка с фланцем

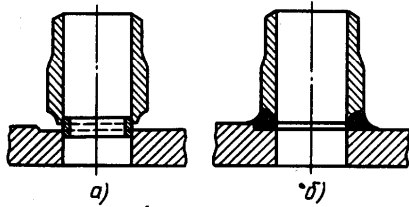


Рис. 4. Сварка штуцера с использованием подкладного кольца

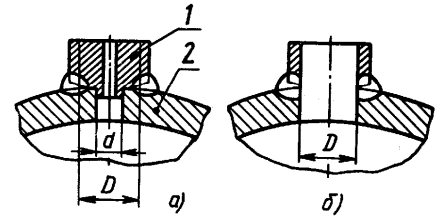


Рис. 5. Соединение штуцера с удалением корневой части шва

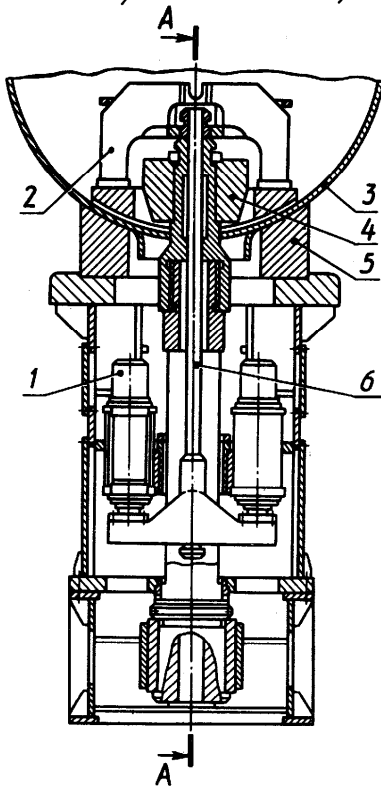


Рис. 6. Пресс для отбортовки отверстий в корпусах аппаратов

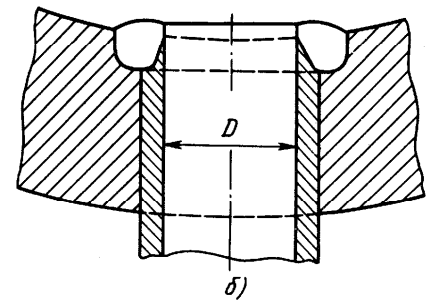
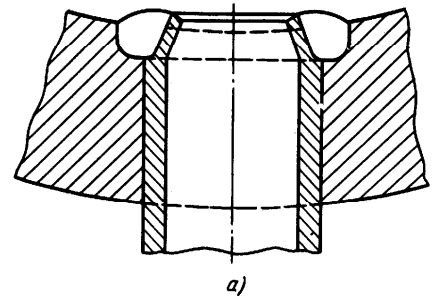
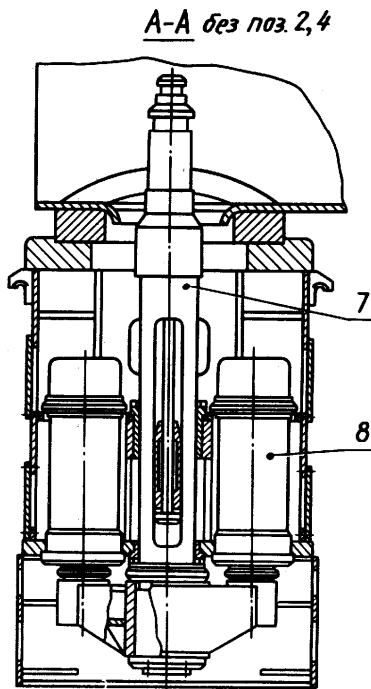


Рис. 7. Приварка патрубка с предварительной завальцовкой

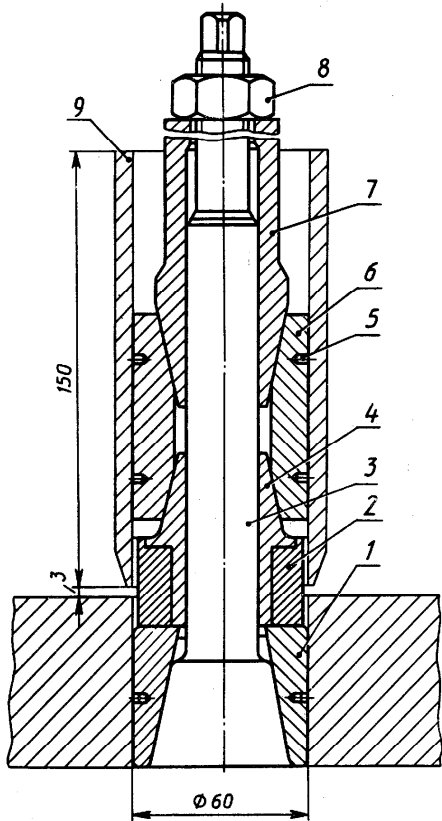


Рис. 8. Приспособление для сборки и сварки штуцеров

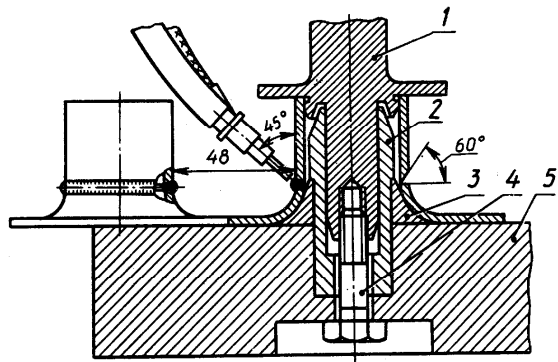


Рис. 9. Приспособление для сборки и сварки патрубков

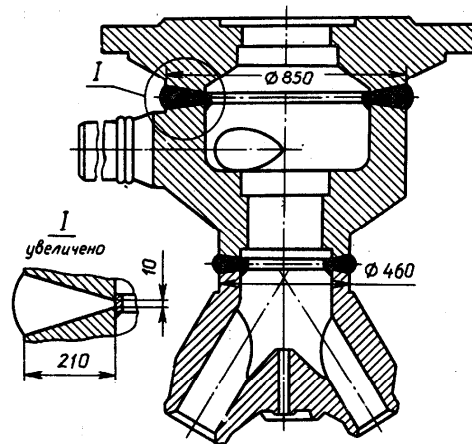


Рис. 10. Коробка клапана автоматического затвора турбины из кованных деталей из аустенитной стали

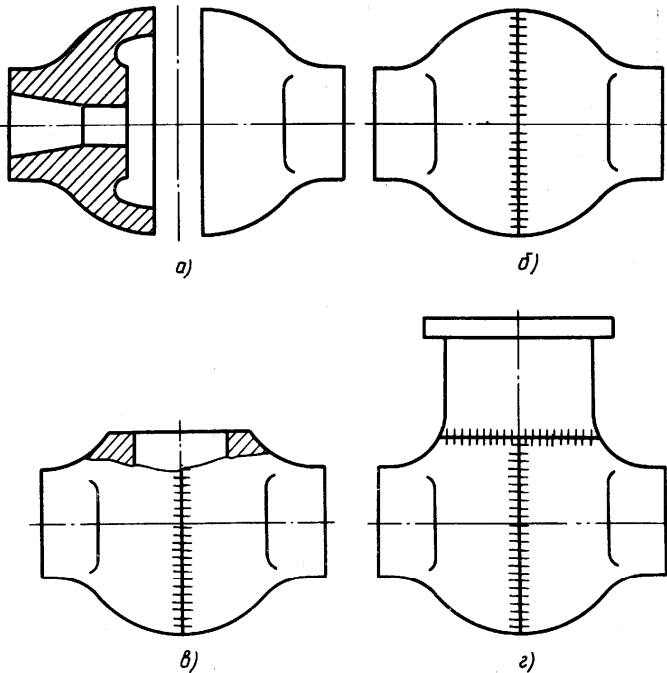


Рис. 11. Последовательность изготовления корпуса арматуры в штампосварном исполнении

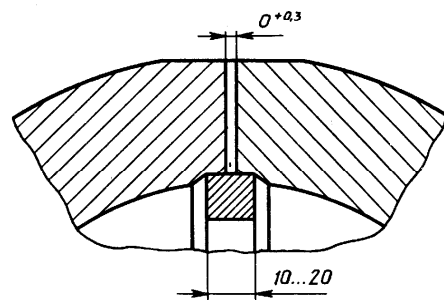


Рис. 12. Сборка стыка арматуры под сварку электронным лучом

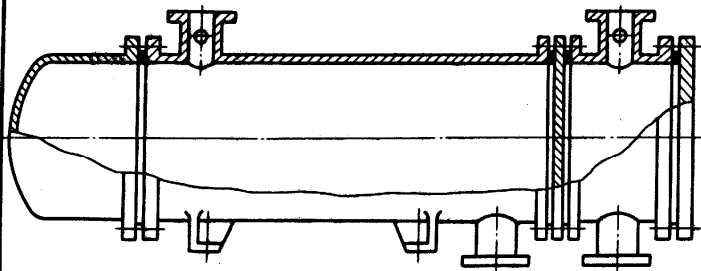


Рис. 1. Корпус теплообменника

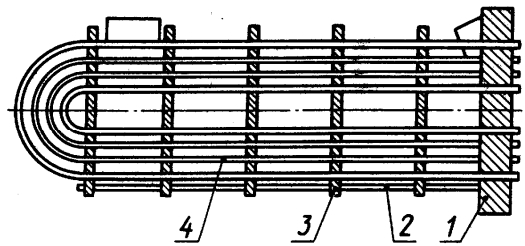


Рис. 2. Сборка каркаса U-образного трубного пучка

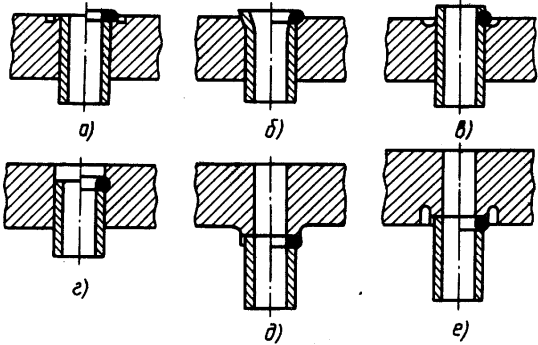


Рис. 3. Варианты соединения труб с трубными досками

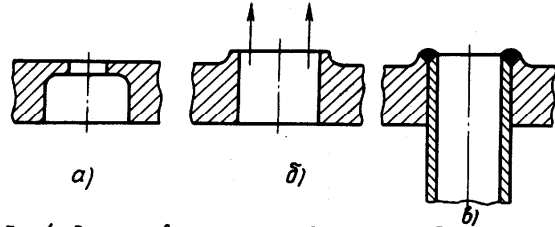


Рис. 4. Вариант выполнения соединения труб над зеркалом трубной доски

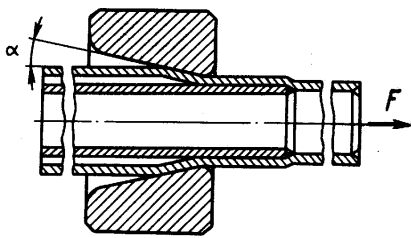


Рис. 6. Схема футерования труб методом волочения

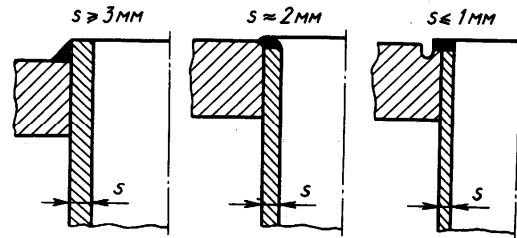


Рис. 5. Соединение труб различной толщины с трубной доской

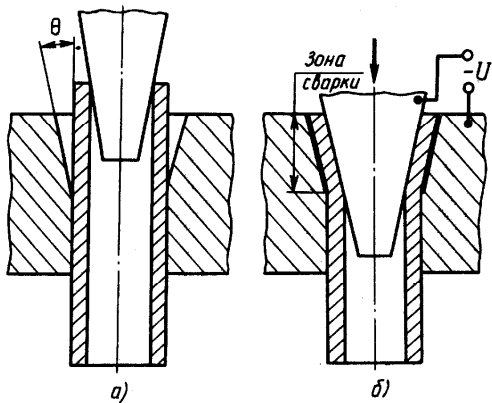


Рис. 8. Электроконтактная сварка сопротивлением труб с трубной доской

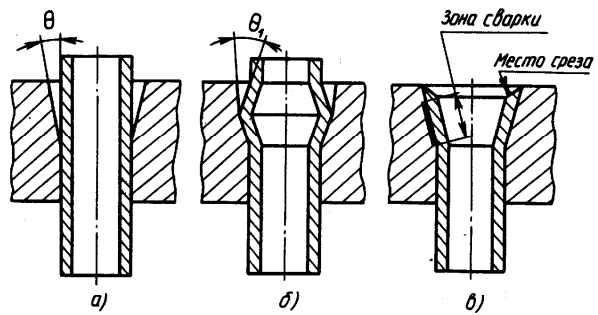


Рис. 7. Схема сварки взрывом

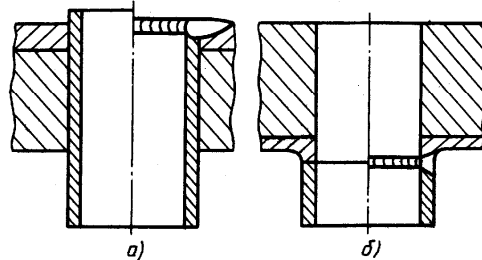


Рис. 9. Схемы сварки труб с биметаллическими трубными решетками

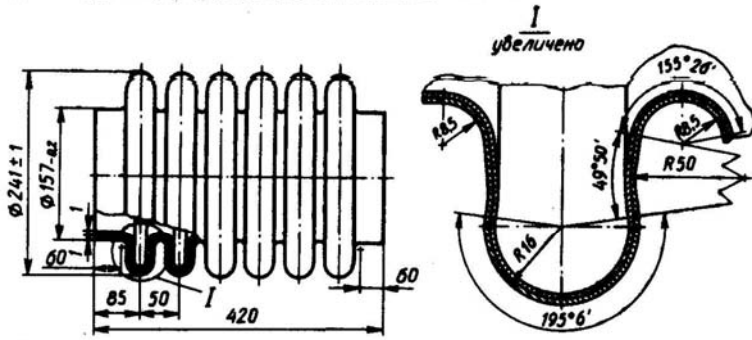


Рис. 10. Конструкция двухлопного гибкого элемента компенсатора

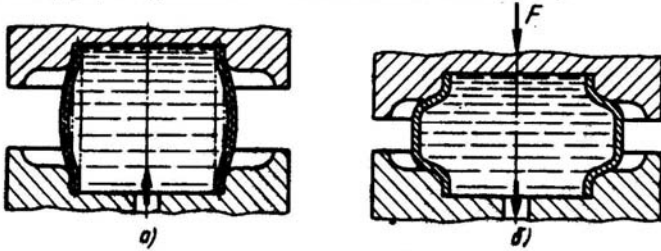


Рис. 11. Схема гидравлической формовки гибкого элемента

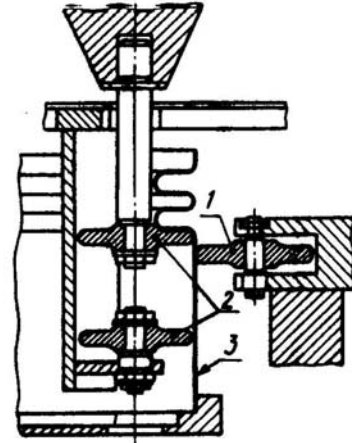


Рис. 12. Приспособление для изготовления гибких элементов на карусельном станке

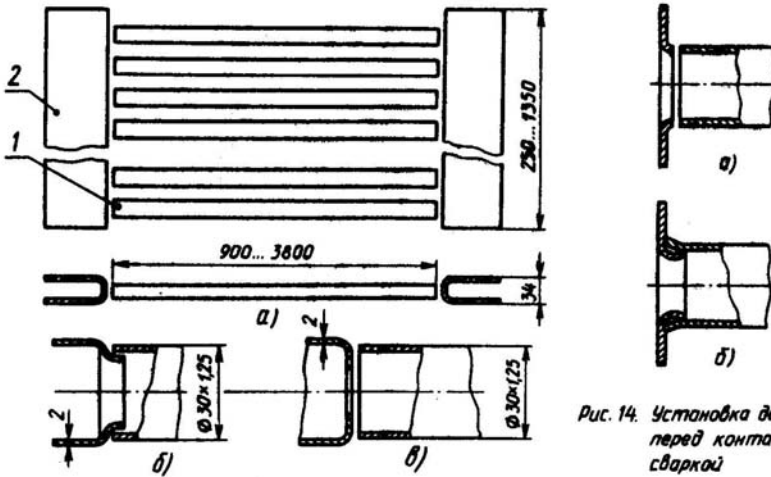


Рис. 13. Заготовки труб и коллекторов (а), подготовленные для дуговой (б) и контактной (в) сварки

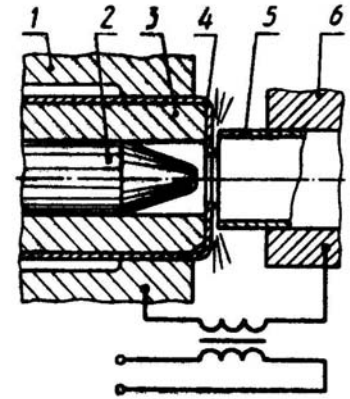


Рис. 15. Схема приварки трубы к элементу коллектора

Рис. 14. Установка деталей перед контактной сваркой



Рис. 16. Поперечное сечение части газоплотной панели из гладких труб с сваренными плоскостями

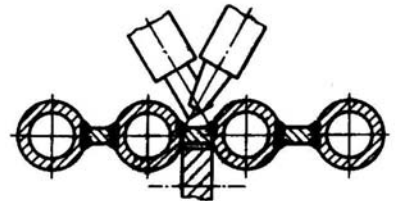


Рис. 17. Схема вварки полосы между гладкими трубами

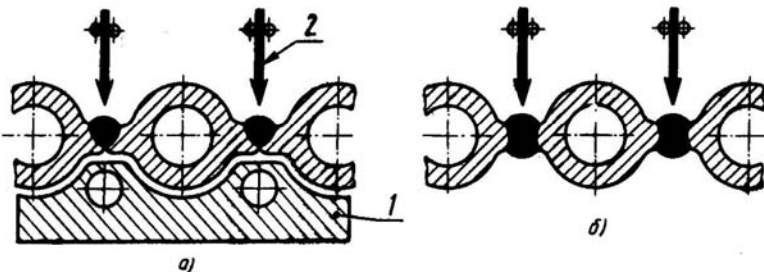


Рис. 18. Сварка газоплотных панелей из плавниковых труб

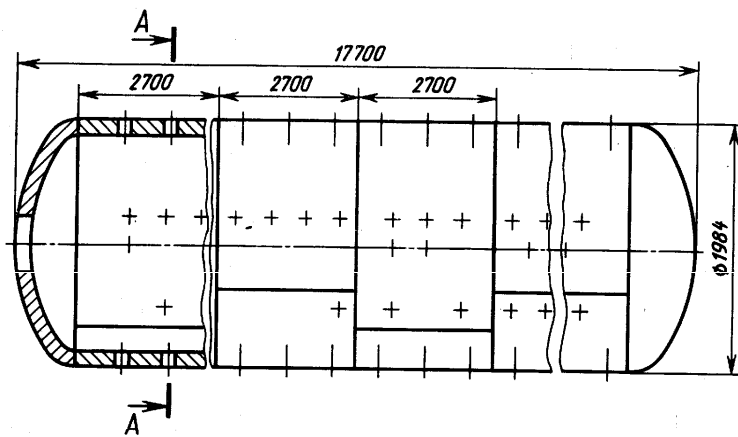


Рис. 1. Барабан котла высокого давления

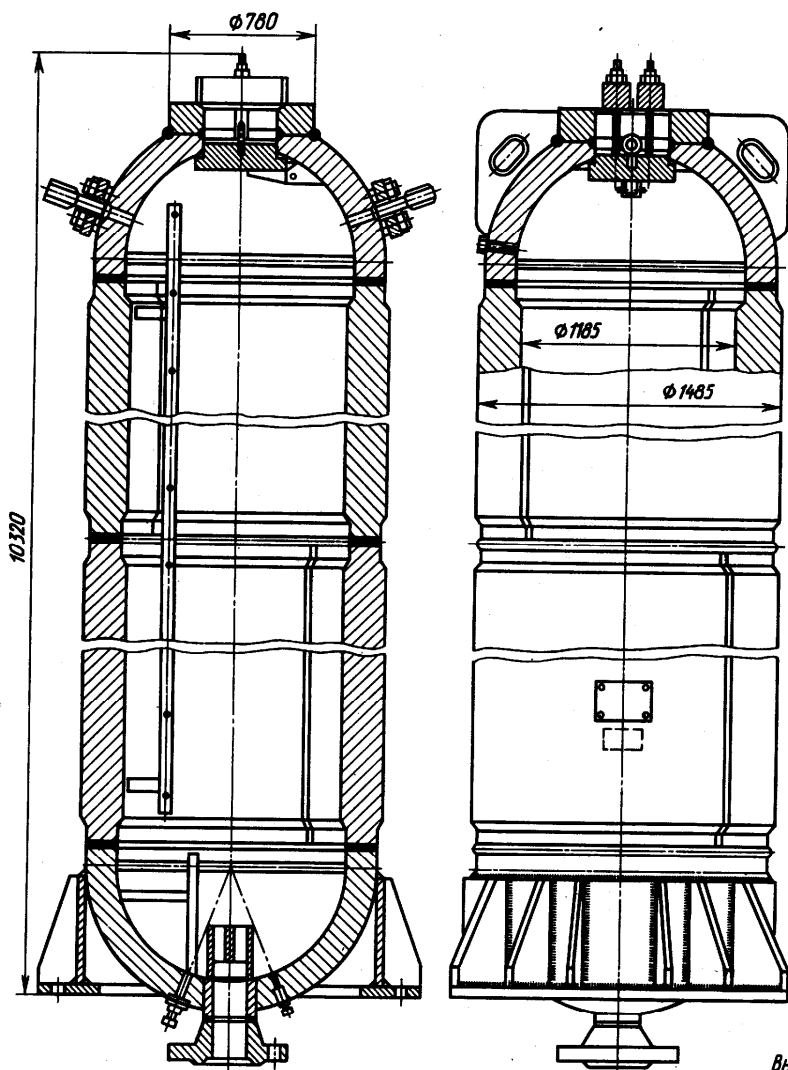
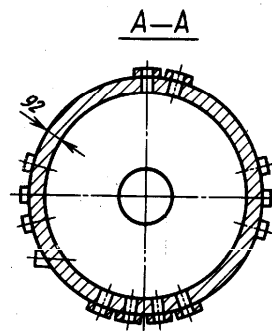


Рис. 2. Толстостенный сосуд высокого давления

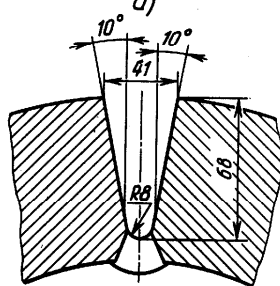
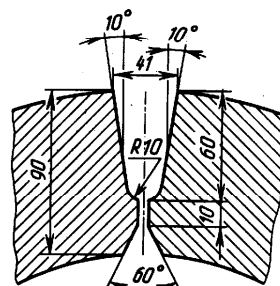
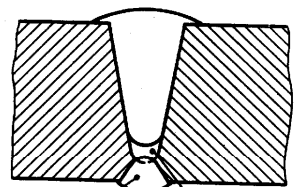
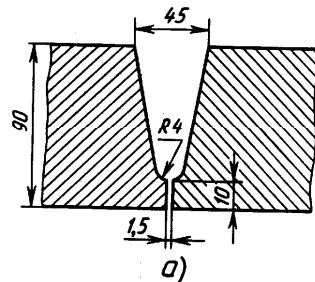


Рис. 3. Разделка краев продольного стыка под многослойную сварку



внутренняя ручная подварка Наружная ручная подварка

Рис. 4. Разделка краев кольцевого стыка под многослойную сварку

Изготовление обечайки и днища

<i>Операция</i>	<i>Эскиз</i>	
	<i>для обечайки</i>	<i>для днища</i>
<i>1. Разметка заготовок</i>		
<i>2. Термическая резка</i>		
<i>3. Нагрев заготовок в печи</i>		
<i>4. Горячая штамповка</i>		
<i>5. Обработка краев под сварку</i>		
<i>6. Сборка под сварку</i>		
<i>7. Сварка</i>		
<i>8. Обработка торцов</i>		

Рис. 5. Последовательность технологических операций при изготовлении сосуда высокого давления (см. также лист 156, рис. б)

Сборка и сварка сосуда

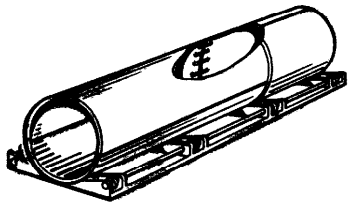
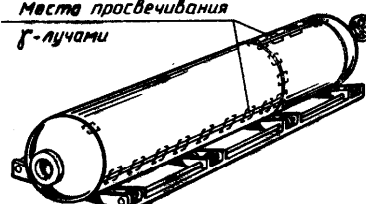
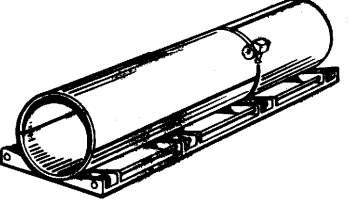
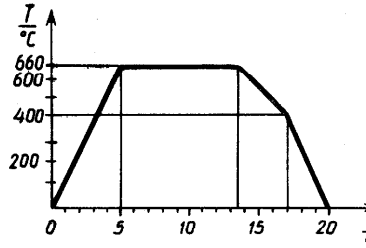
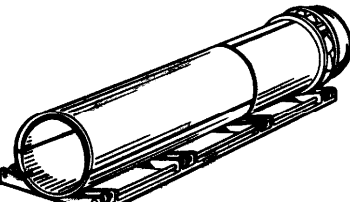
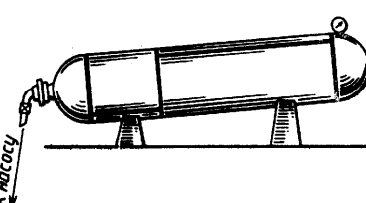
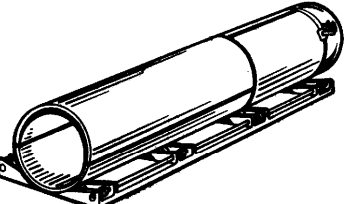
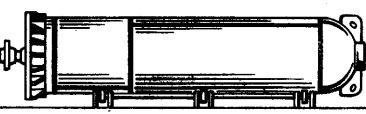
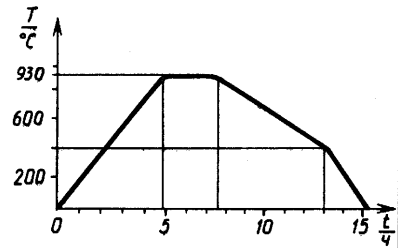
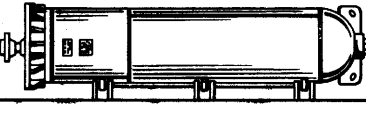
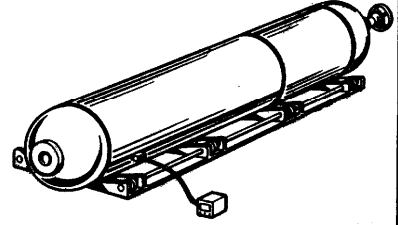
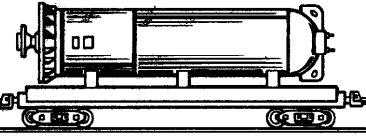
Операция	Эскиз	Операция	Эскиз
1. Сборка обечайки под сварку		7. Гаммадефектоскопия	
2. Сварка кольцевого шва		8. Высокий отпуск	
3. Сборка обечайки с днищами		9. Гидравлические испытания	
4. Сварка обечайки с днищами		10. Приварка дополнительных деталей	
5. Нормализация		11. Окраска и маркировка	
6. Ультразвуковая дефектоскопия		12. Подготовка к отправке	

Рис. 6. Последовательность технологических операций при изготовлении сосуда высокого давления (см. также лист 155, рис. 5.)

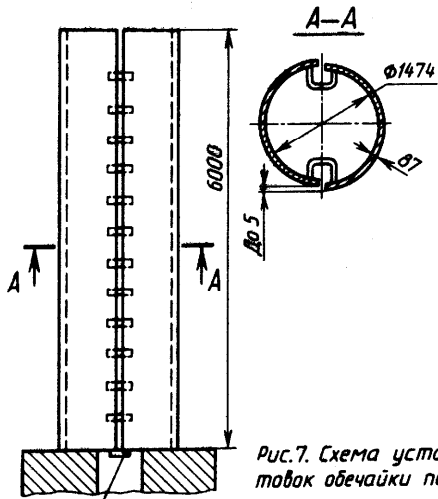


Рис.7. Схема установки заготовок обечайки под сварку

Планка для начала сварки

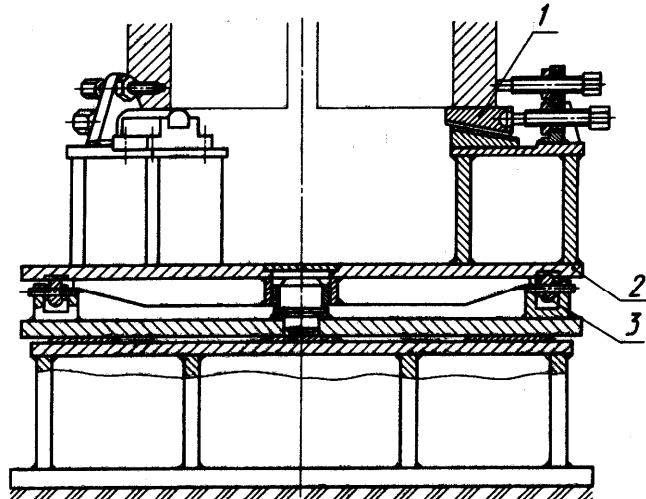


Рис.8. Приспособление для регулировки положения заготовок

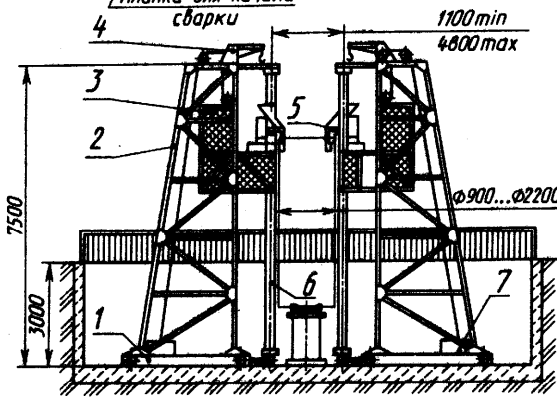


Рис.9. Установка для электрошлаковой сварки продольных швов

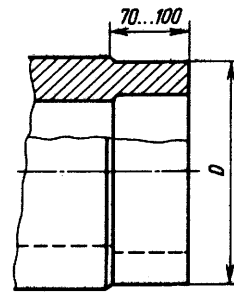
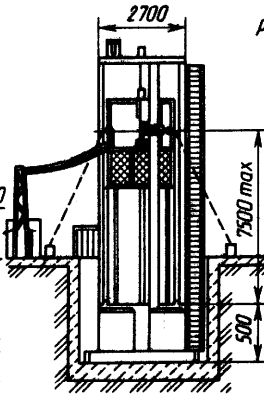


Рис.10. Обработка торцов обечайки

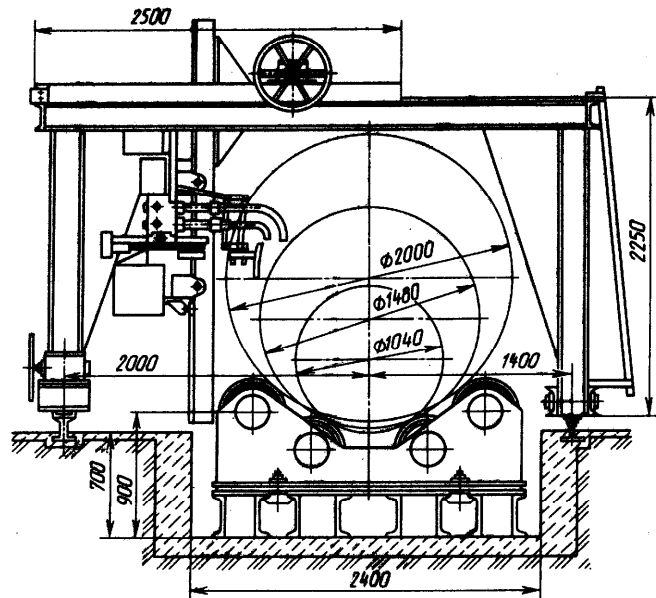
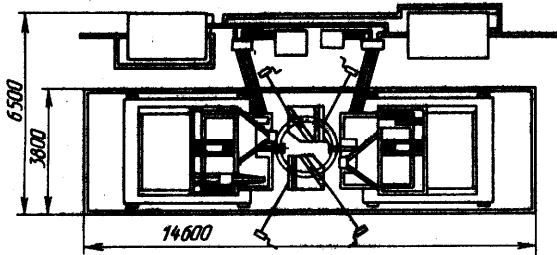


Рис.12. Установка для сварки кольцевых швов

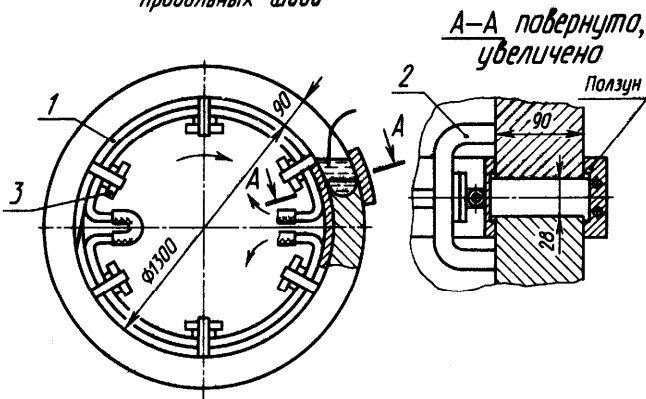


Рис.11. Сборка кольцевого стыка под электрошлаковую сварку

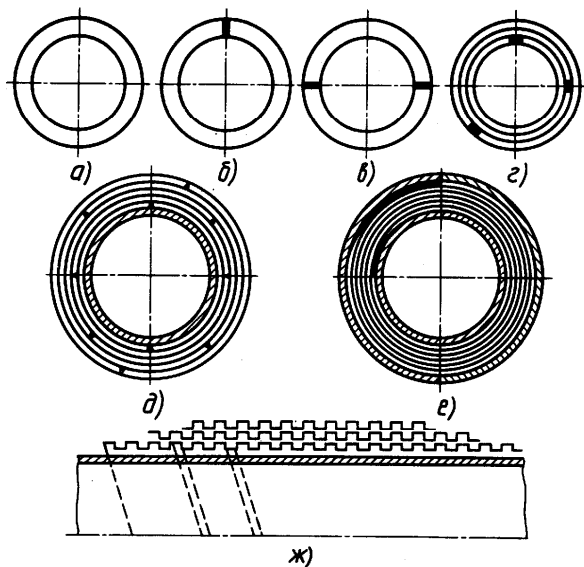


Рис. 1. Конструкции корпусов сосудов высокого давления

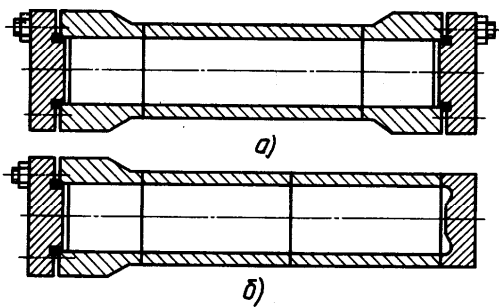


Рис. 2. Конструкции ковасварных сосудов

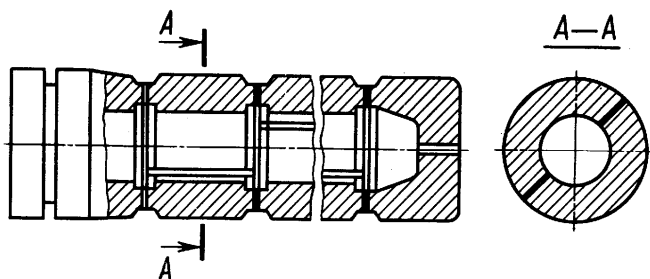


Рис. 3. Штампованной сосуд

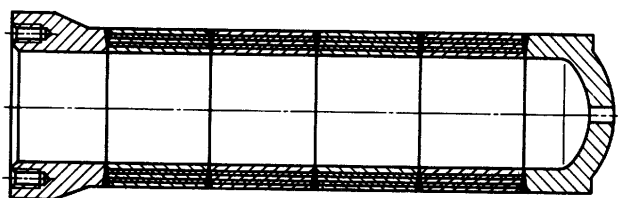


Рис. 4. Конструкция многослойного сосуда высокого давления

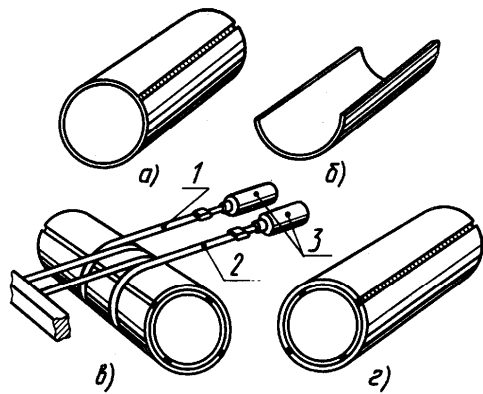


Рис. 5. Изготовление обечайки последовательным наложением полуобечайек

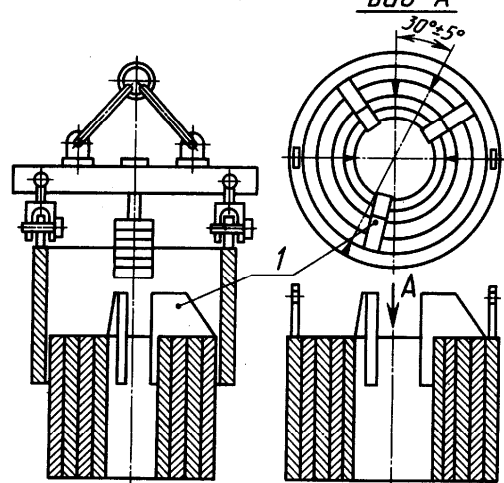


Рис. 6. Изготовление обечайки методом напрессовки

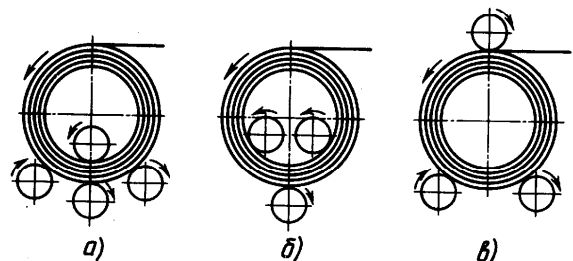


Рис. 7. Приемы намотки многослойной обечайки

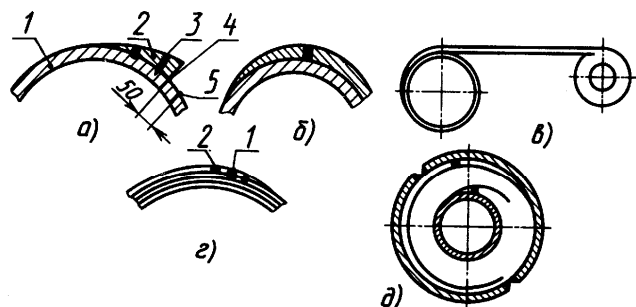


Рис. 8. Последовательность изготовления обечайки с использованием метода намотки листа

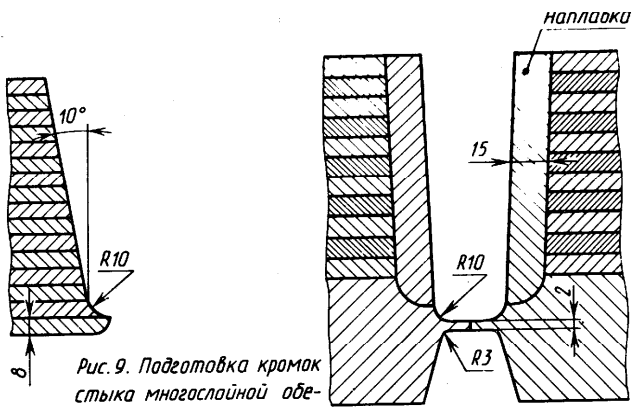


Рис. 9. Подготовка краев стыка многослойной обечайки

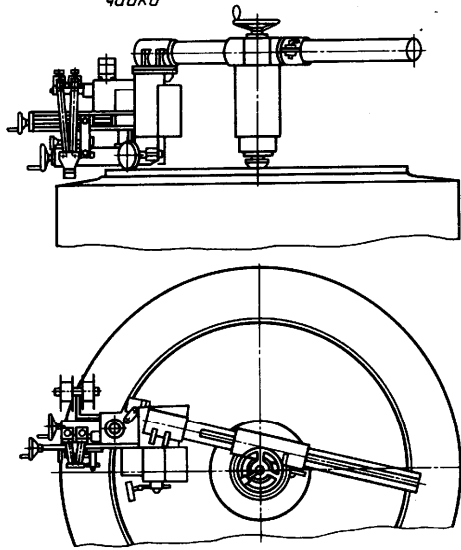


Рис. 12. Установка для наплавки торцов обечаек

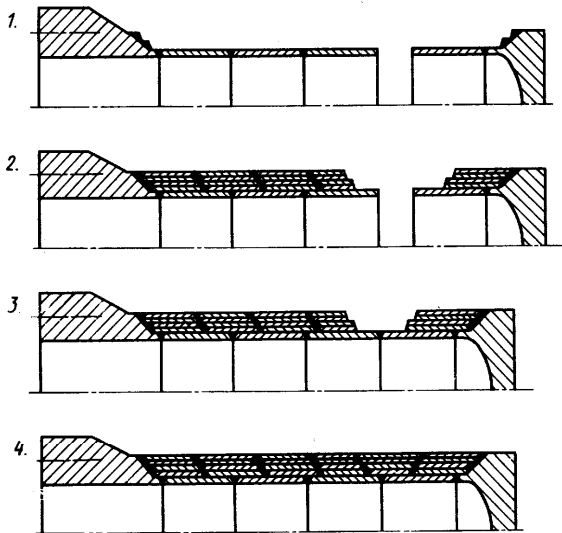


Рис. 14. Технологическая последовательность (1...4) изготовления сосуда со смещенными сварными швами

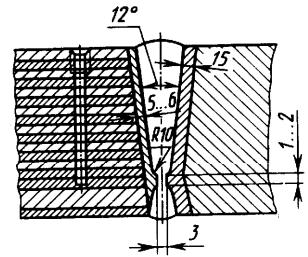


Рис. 11. Стык многослойной обечайки с монолитным дном

Рис. 10. Стык, подготовленный к сварке

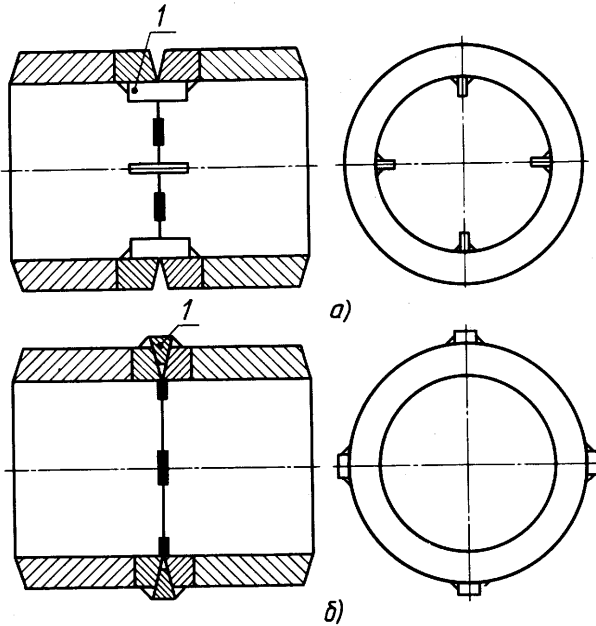


Рис. 13. Сборка стыка многослойных обечаек с применением: планок (а) или клиньев (б)

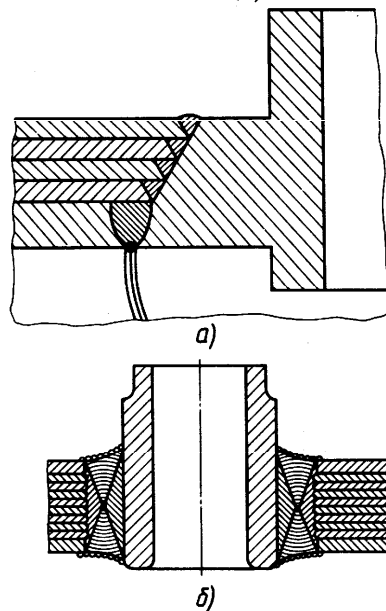


Рис. 15. Приварка штуцера к многослойной обечайке

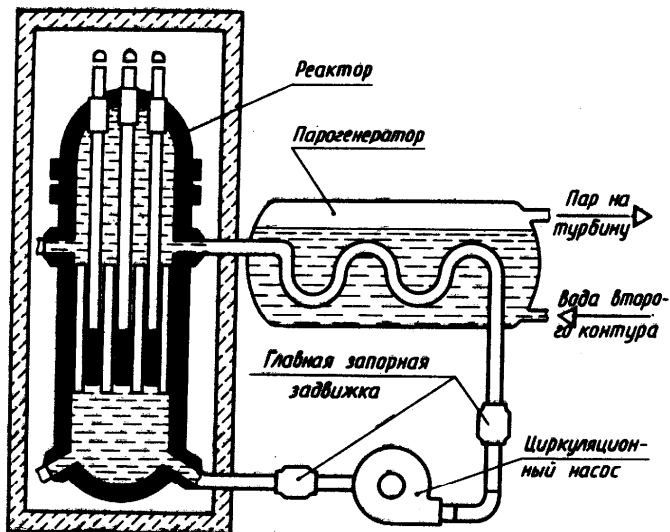


Рис. 1. Схема энергоблока АЭС

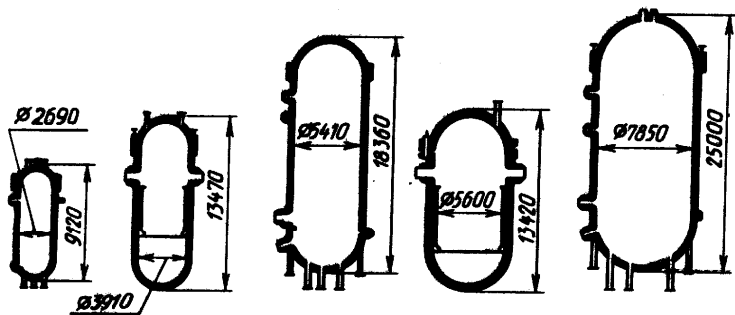


Рис. 2. Эволюция размеров корпусов атомных реакторов

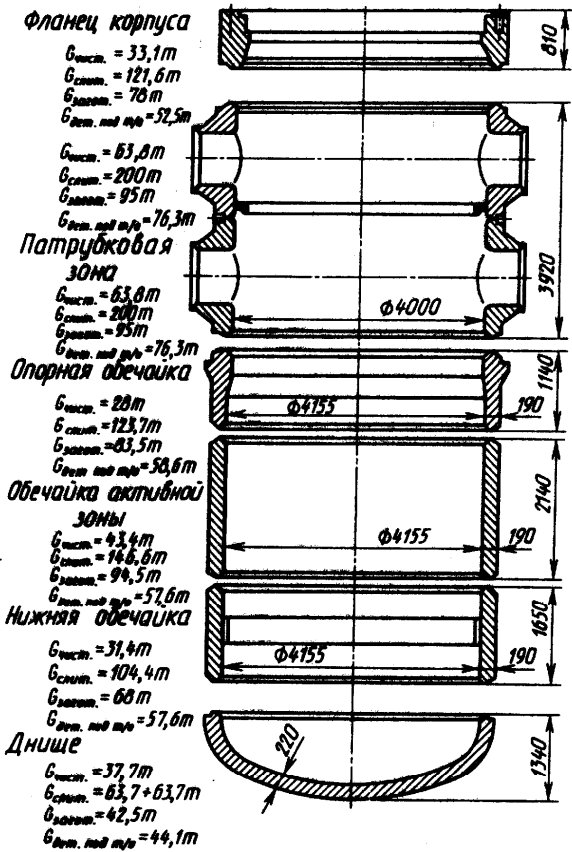


Рис. 4. Заготовки корпуса реактора

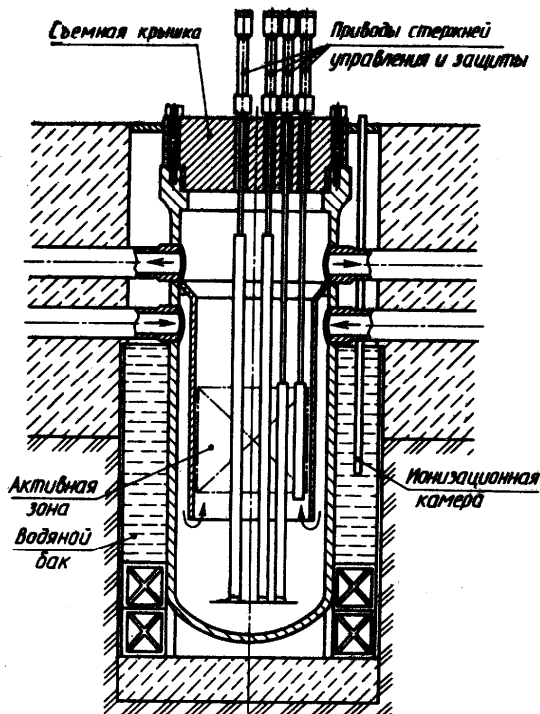


Рис. 3. Схема советского водо-водяного реактора

Рис. 5. Наплавка ленточным электродом внутренней поверхности обечайки

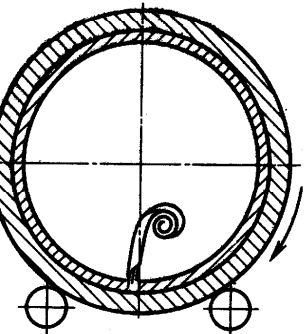
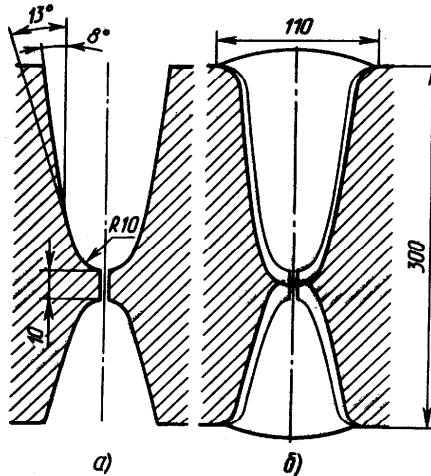


Рис. 6. Разделка кромок (а) и сечение (б) кольцевых швов

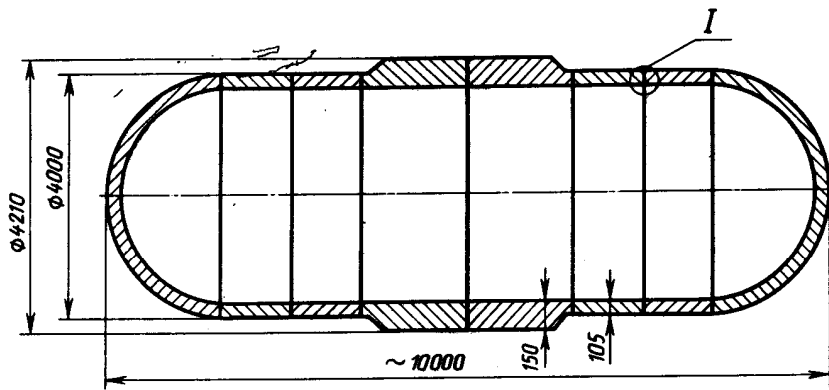


Рис. 7. Корпус парогенератора

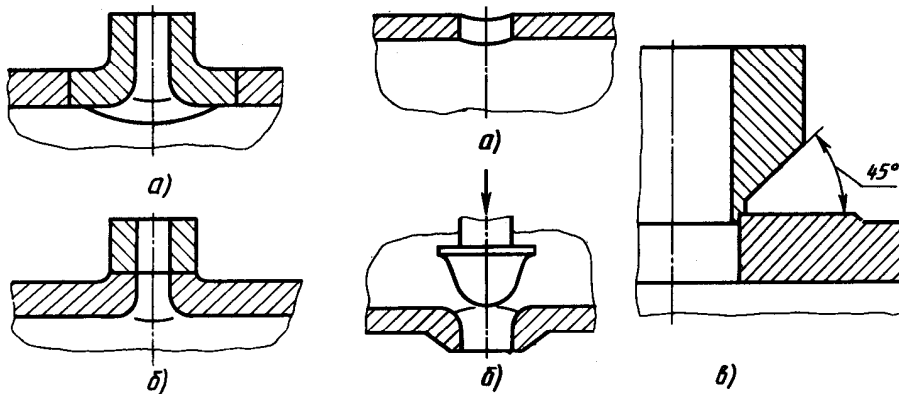
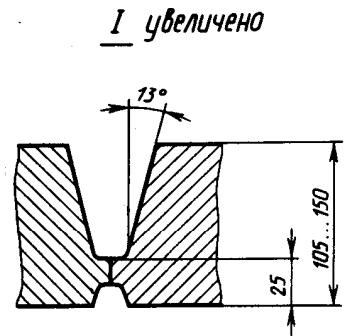


Рис. 8. Способы сварки патрубков в корпус реактора

Рис. 9. Подготовка патрубка к сварке

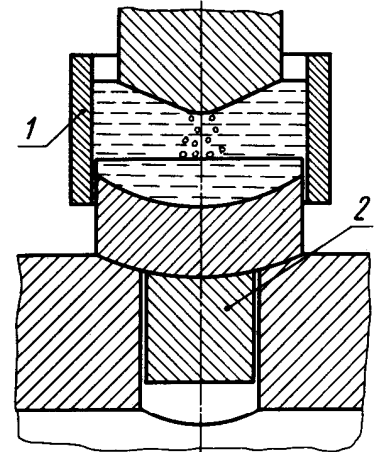


Рис. 10. Электрошлаковая выплавка патрубка

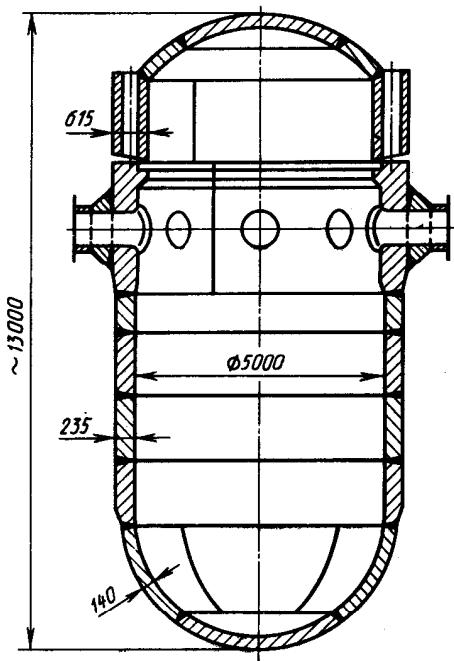


Рис. 11. Корпус реактора АЭС

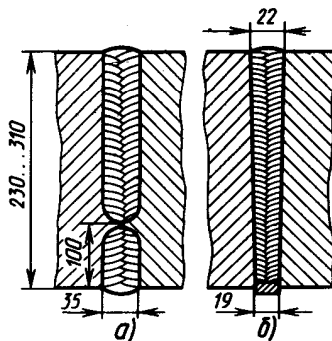


Рис. 12. Разделка краев продольных швов

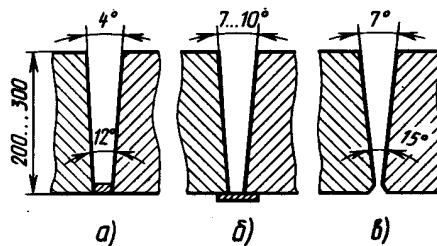


Рис. 13. Разделка краев кольцевых швов

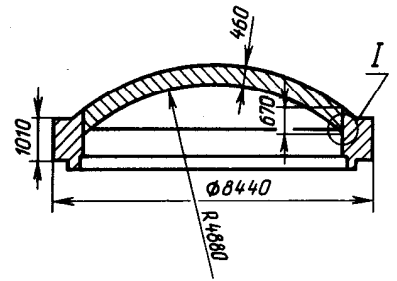
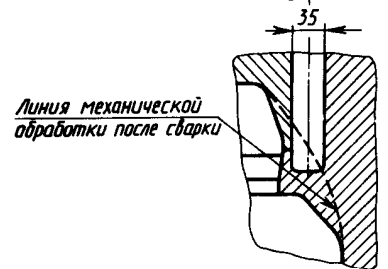


Рис. 14. Конструкция соединения сферической крышки с фланцем корпуса реактора



Линия механической обработки после сварки

Трубы. Листы 162...167

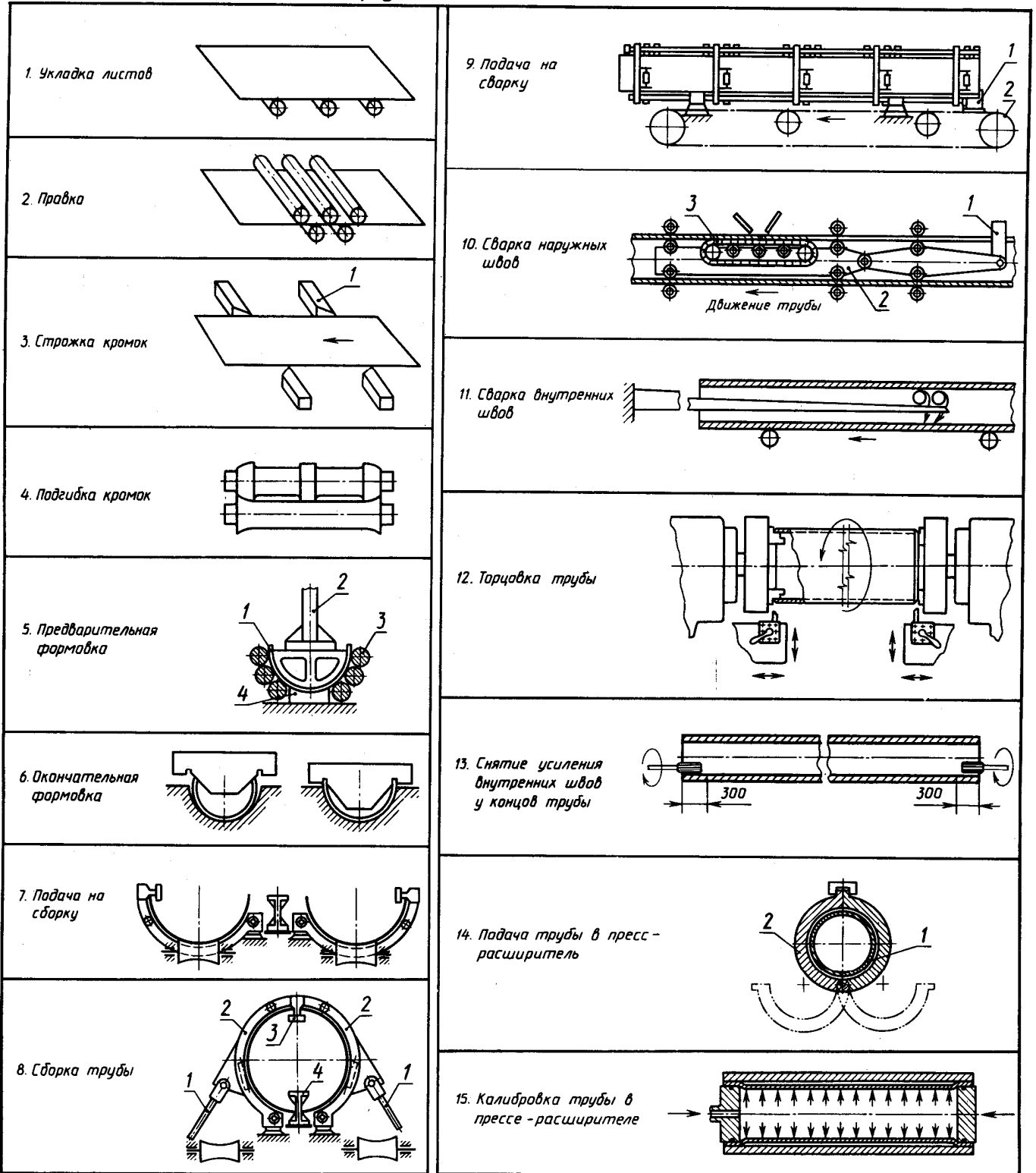
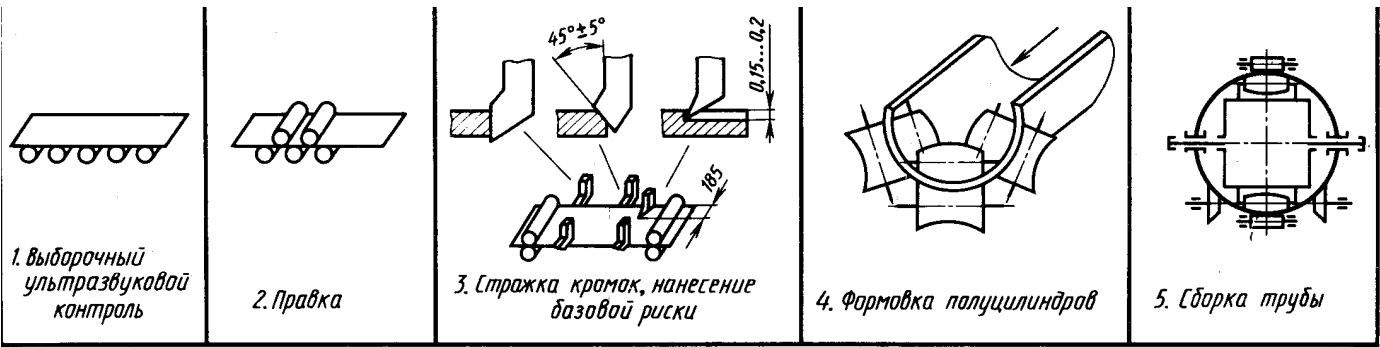


Рис. 1. Последовательность операций изготовления трубы на Челябинском трубопрокатном заводе

Трубы с двумя продольными швами (φ1020...1420 мм)

Лист 162



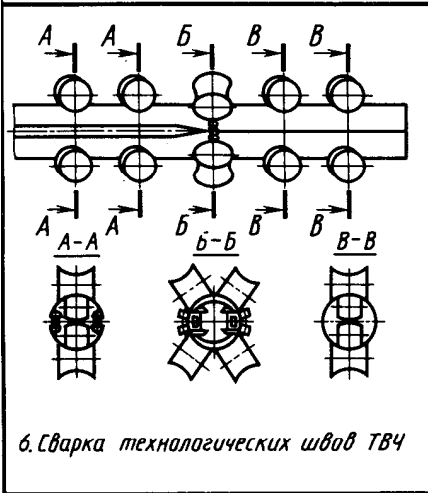
1. Выборочный ультразвуковой контроль

2. Правка

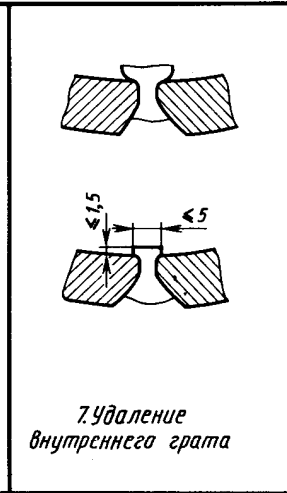
3. Стржка крамок, нанесение базовой риски

4. Формовка полуцилиндров

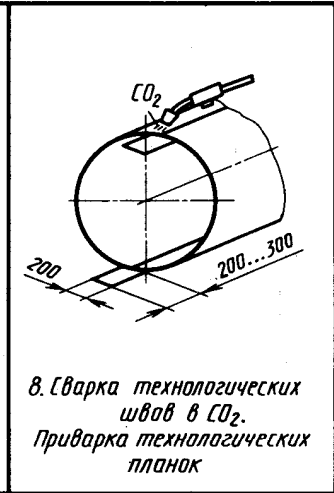
5. Сборка трубы



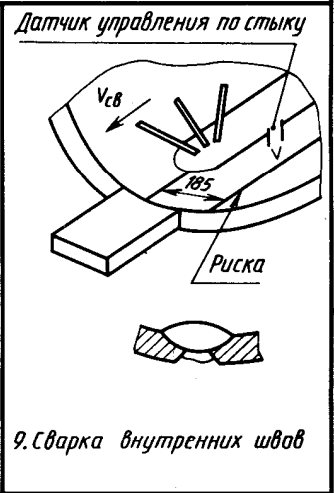
6. Сварка технологических швов ТВЧ



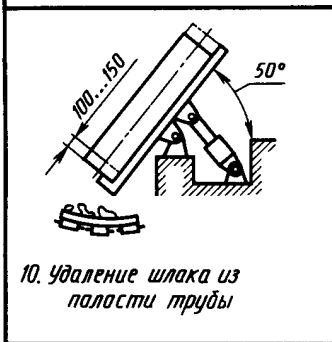
7. Удаление внутреннего гребня



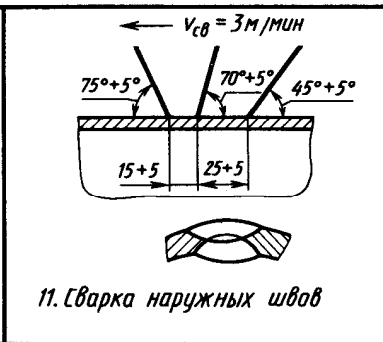
8. Сварка технологических швов в CO_2 . Приварка технологических планок



9. Сварка внутренних швов



10. Удаление шлака из полости трубы



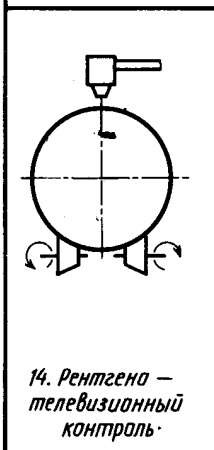
11. Сварка наружных швов



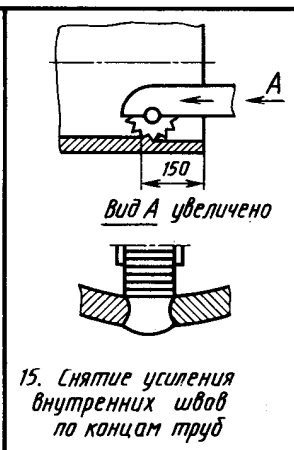
12. Чистка под ультразвуковой контроль



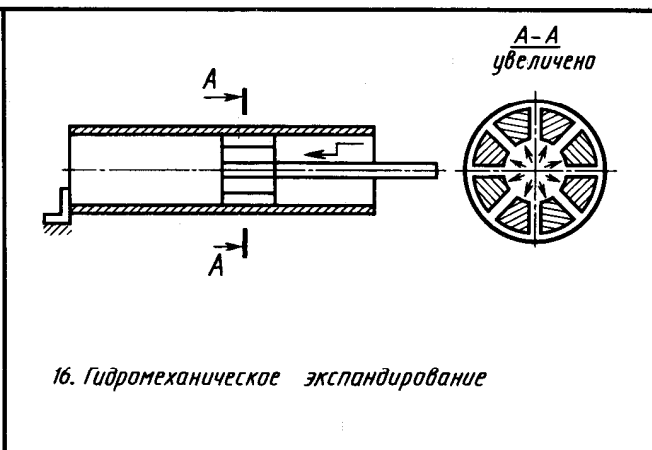
13. Ультразвуковой контроль



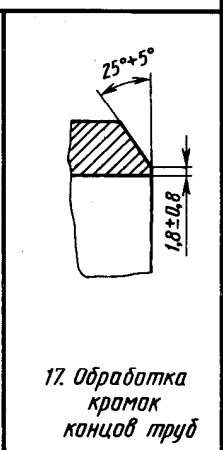
14. Рентгена - телевизионный контроль



15. Снятие усиления внутренних швов по концам труб



16. Гидромеханическое экспандирование



17. Обработка крамок концов труб

Рис. 2. Технологические операции изготовления труб на Харцызском трубном заводе

Трубы с двумя продольными швами (ϕ 1020... 1420 мм)

Лист 163

Изготовление спиральношовных труб $\phi 520 \dots 1420$ мм

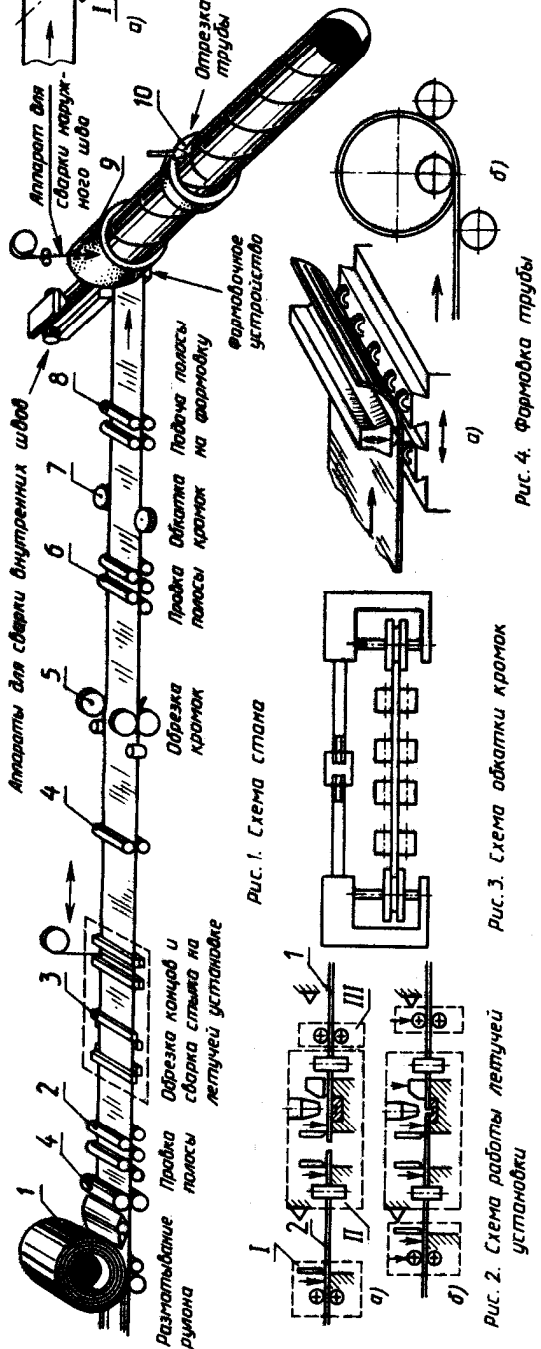


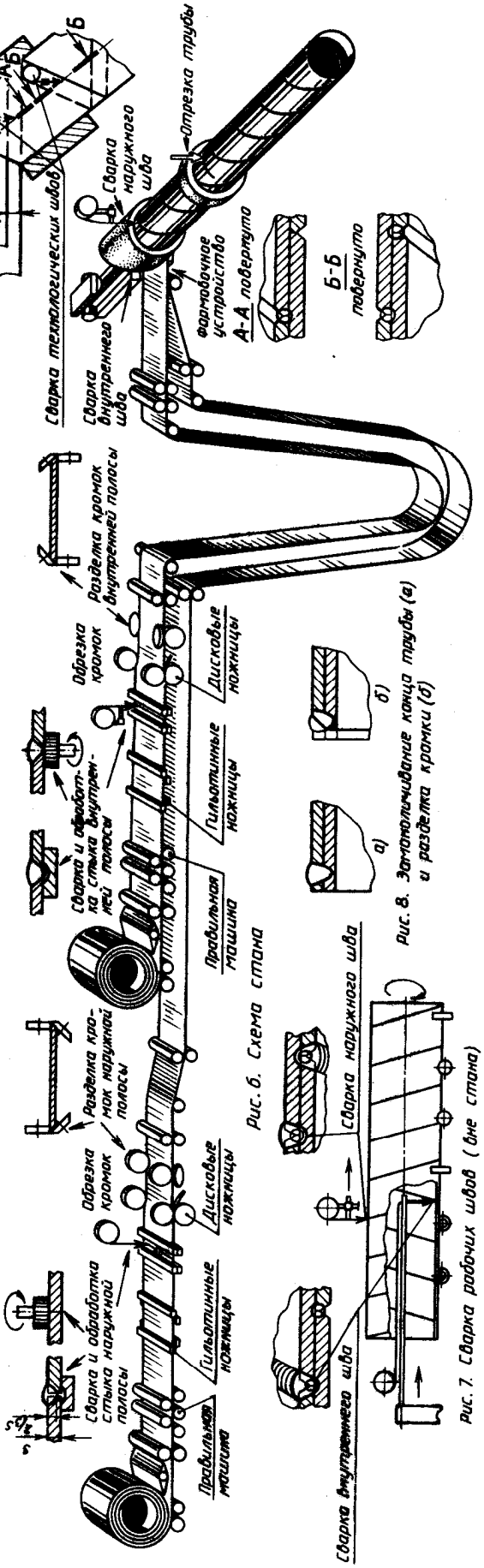
Рис. 2. Схема работы ленточной установки

Рис. 3. Схема обкатки кромок

Рис. 4. Формовка трубы

Рис. 5. Сварка швов в формовочном устройстве

Изготовление двуслойных спиральношовных труб



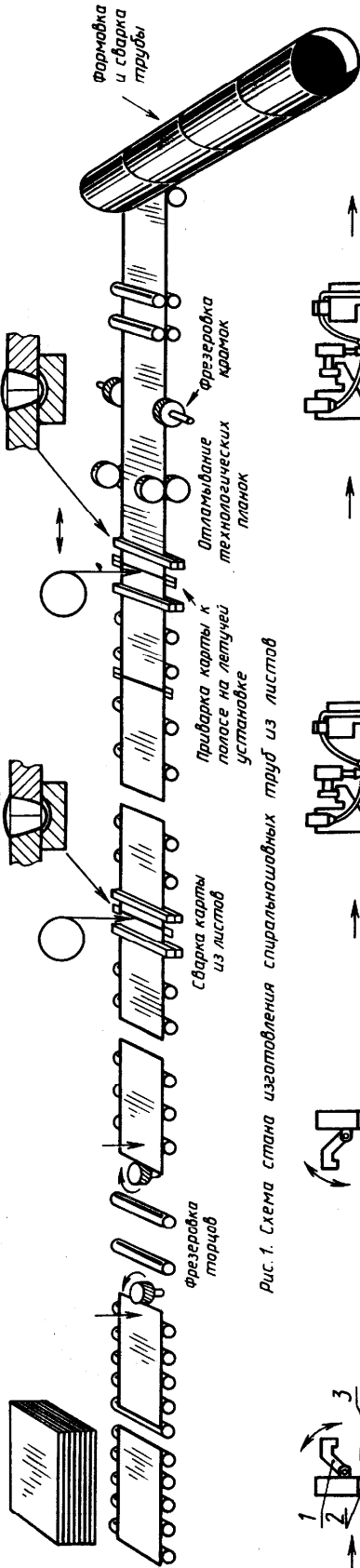


Рис. 1. Схема изготовления спиральношовных труб из листов

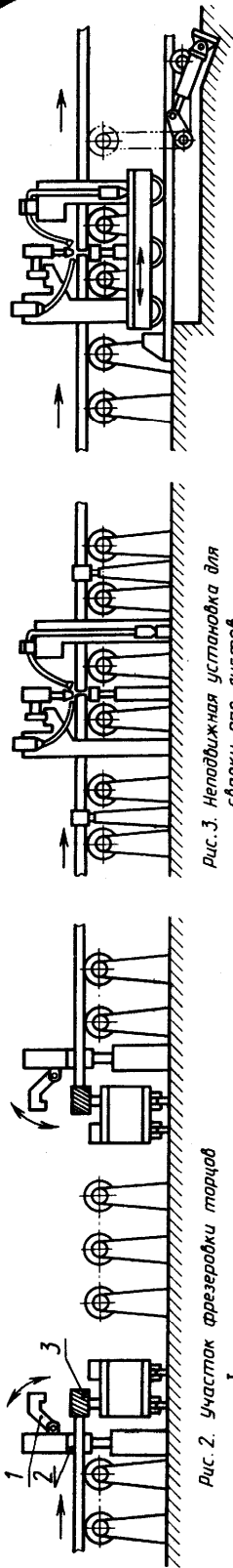


Рис. 2. Участок фрезеровки торцов

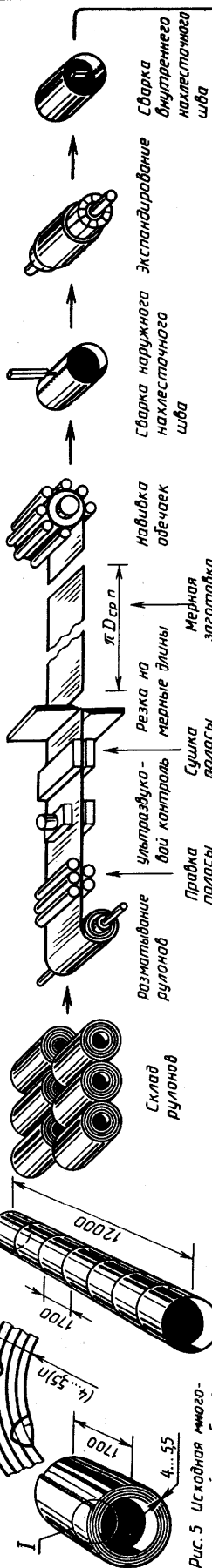


Рис. 3. Неодвижная установка для сварки пар листов

Рис. 4. Летучая сварочная установка для присоединения листов к непрерывной полосе

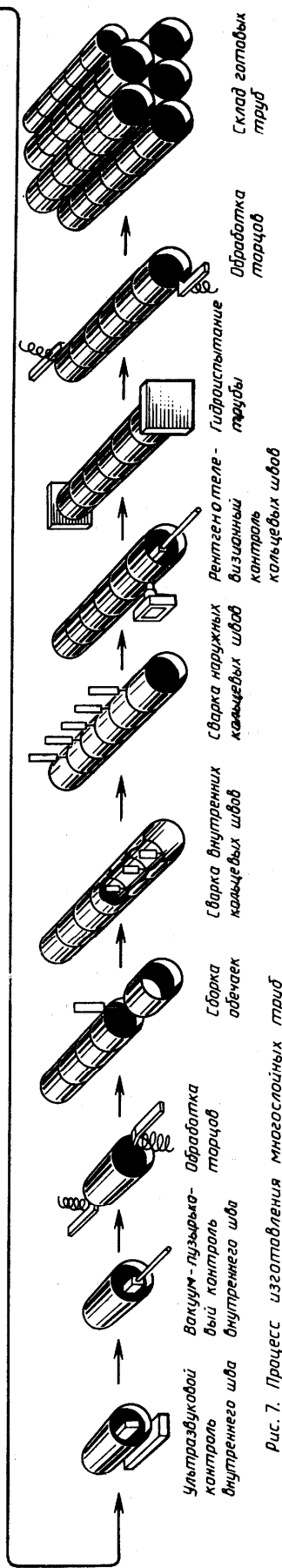


Рис. 5. Исходная многослойная обечайка

Рис. 6. Составная труба

Рис. 7. Процесс изготовления многослойных труб

Толстостенные и многослойные трубы

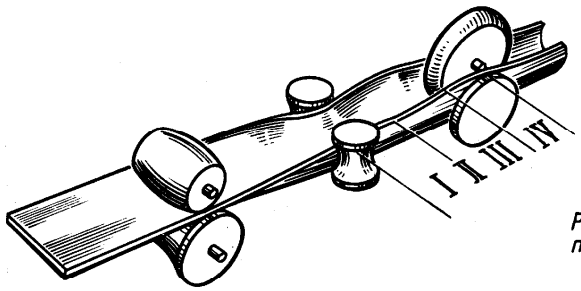


Рис. 1. Схема деформации полосы в непрерывном формовочном стане

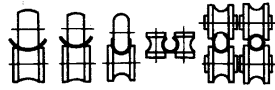


Рис. 2. Формовка трубы из полосы

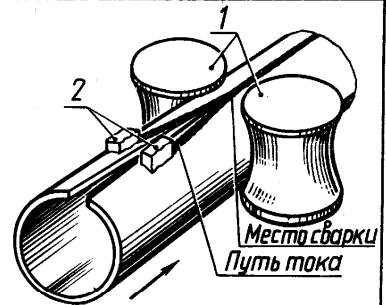


Рис. 3. Схема сварки с контактным подводом тока

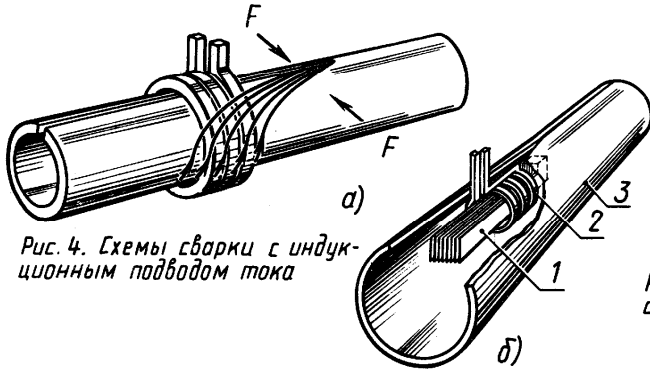


Рис. 4. Схемы сварки с индукционным подводом тока

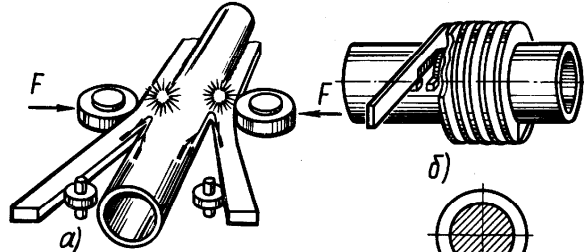


Рис. 5. Приварка продольных и спиральных ребер

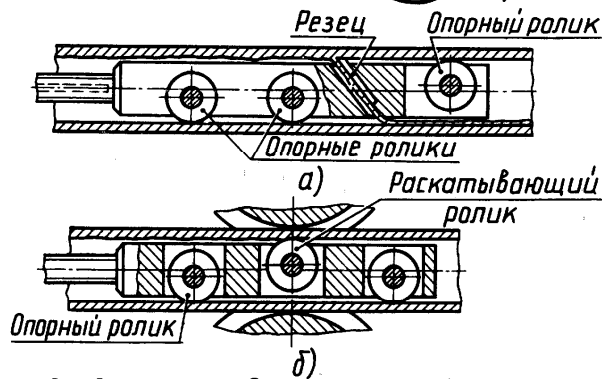


Рис. 6. Приемы удаления гребта в непрерывном процессе изготовления трубы

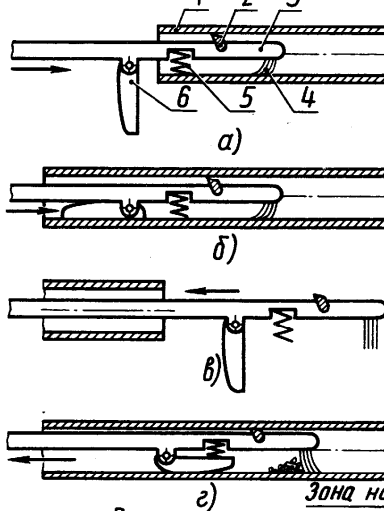


Рис. 7. Схема работы гребтоснимателя на отдельных трубах

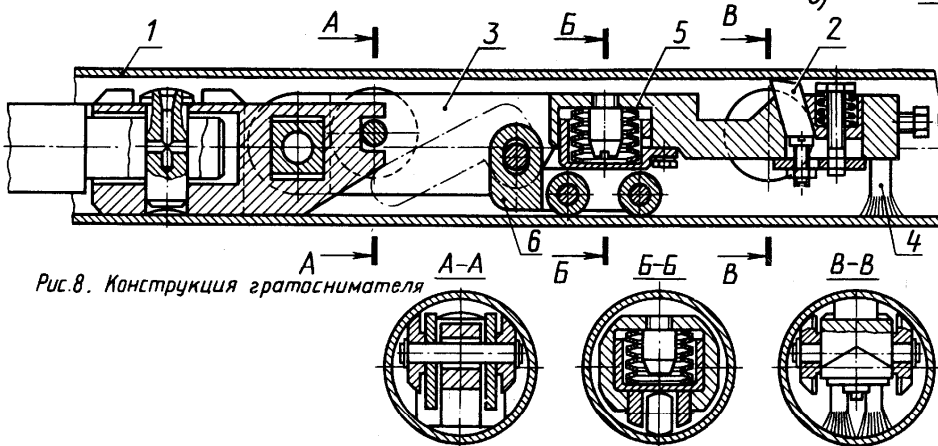


Рис. 8. Конструкция гребтоснимателя

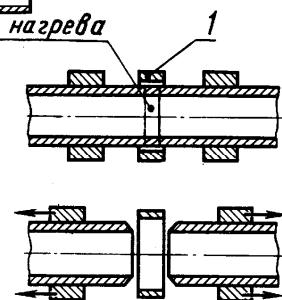


Рис. 9. Схема разрыва труб с индукционным нагревом

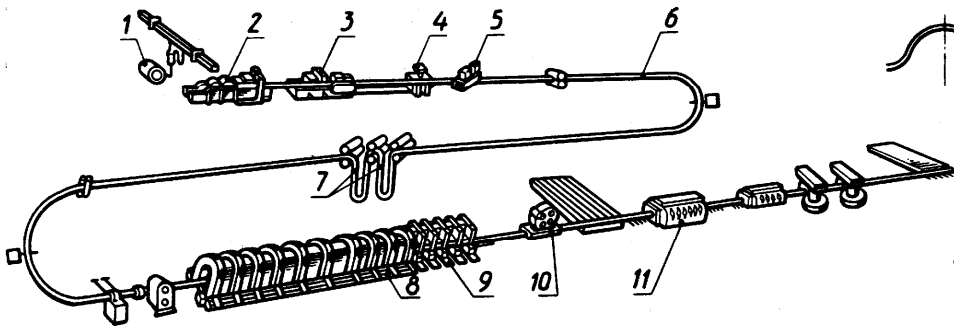


Рис. 1. Схема технологического процесса изготовления труб методом непрерывной печной сварки

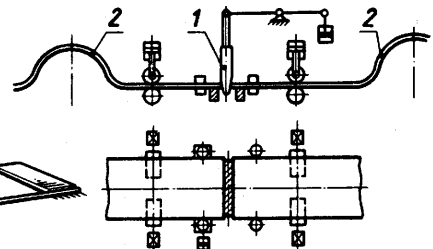


Рис. 2. Схема механизмов для установки зазора под сварку

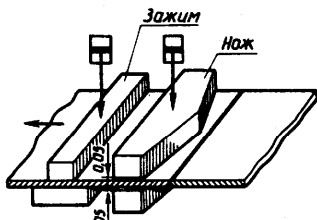


Рис. 3. Работа плужкового скребка

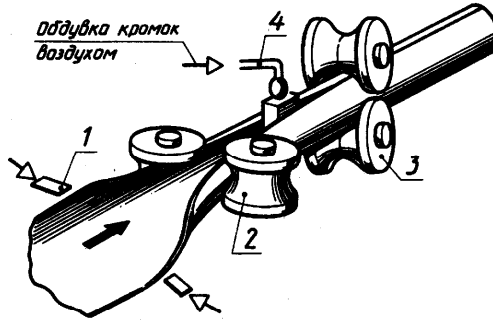


Рис. 4. Формовка и сварка трубы

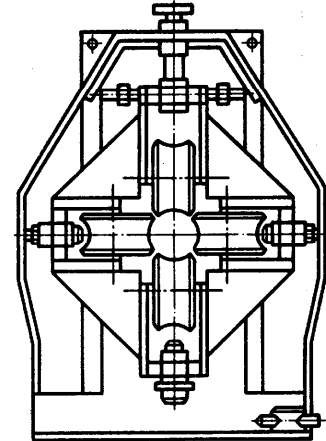


Рис. 5. Калибровочная головка

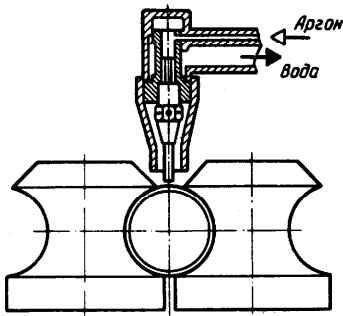


Рис. 6. Принципиальная схема аргонодуговой сварки труб

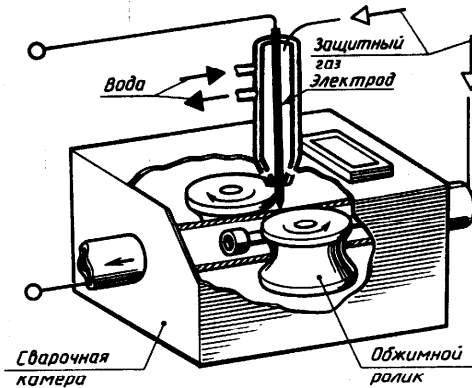


Рис. 7. Схема сварки трубы в контролируемой атмосфере

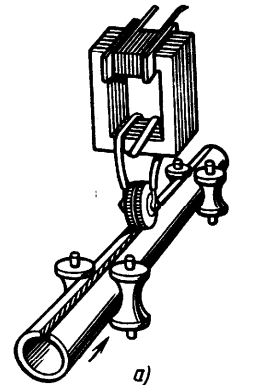


Рис. 8. Контактная сварка труб таким промышленной частоты

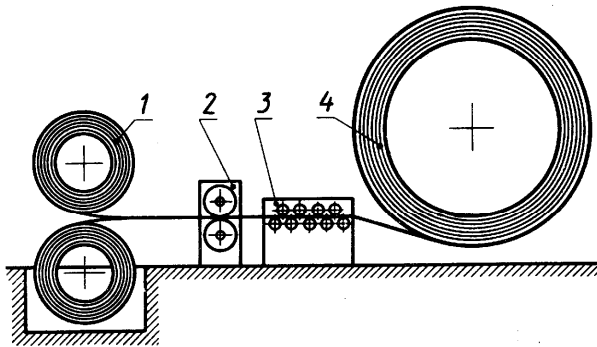


Рис. 9. Схема процесса изготовления плоскосвариваемых труб

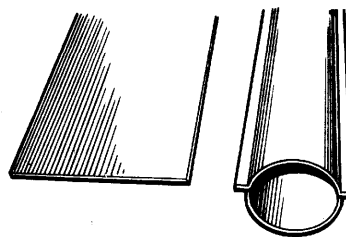


Рис. 10. Труба до и после формовки внутренним давлением

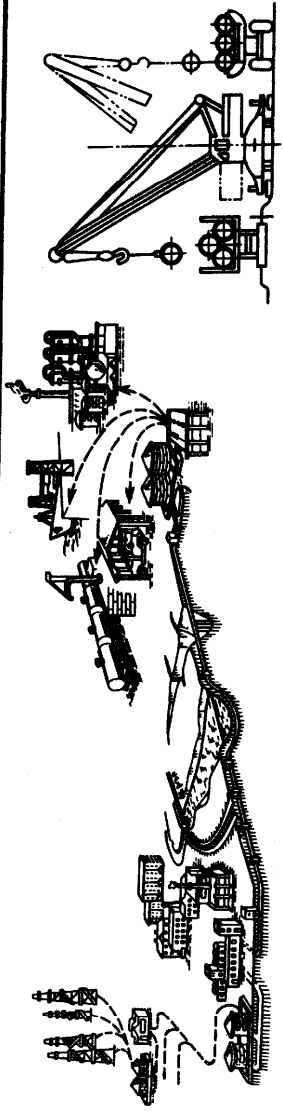


Рис. 1. Магистральный нефтепровод

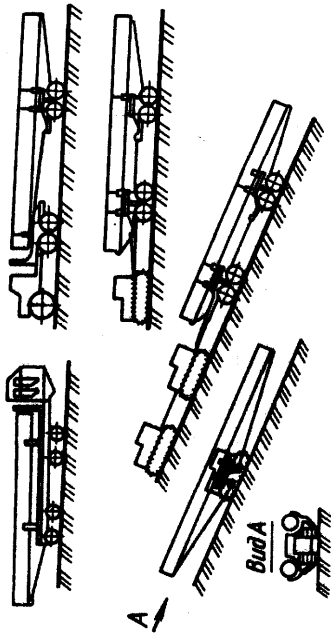


Рис. 2. Разгрузка труб из вагонов

Рис. 3. Схемы труботранспортных машин

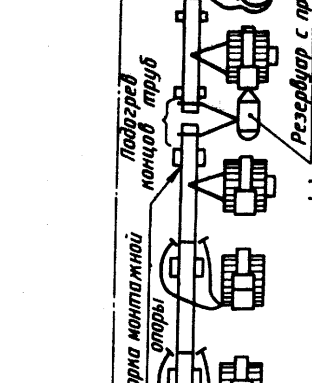
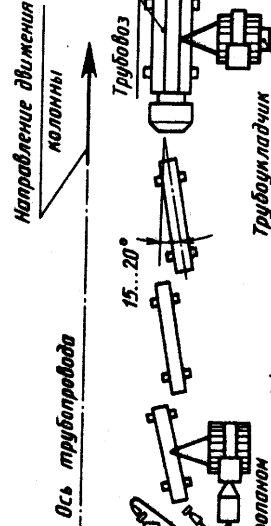


Рис. 4. Схема выполнения работ на трассе при дуговой сварке

Засыпка траншеи и рекультивация почвы

Укладка трубопровода в траншею

Изоляция трубопровода

Сборка и сварка секций в неподвижном положении

Подготовка кромок

Раскладка секций вдоль трассы

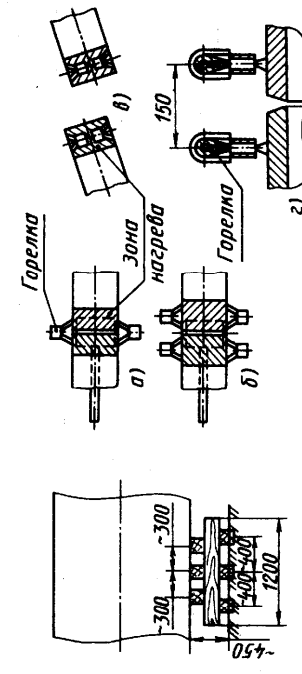


Рис. 7. Варианты выполнения подогрева концов труб

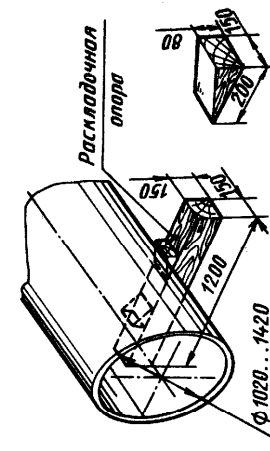


Рис. 8. Монтажная опора

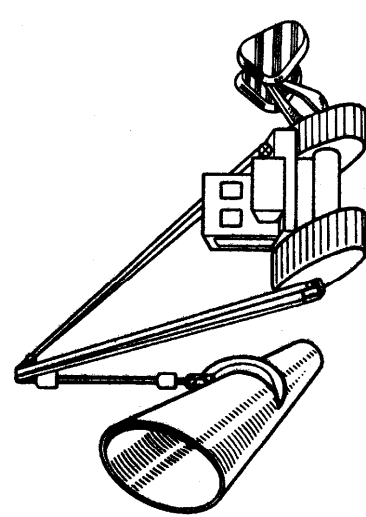
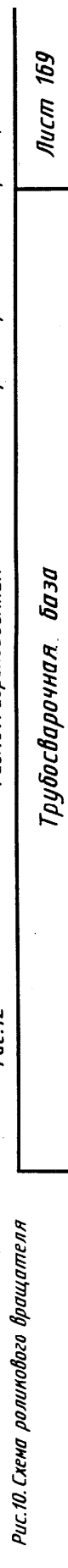
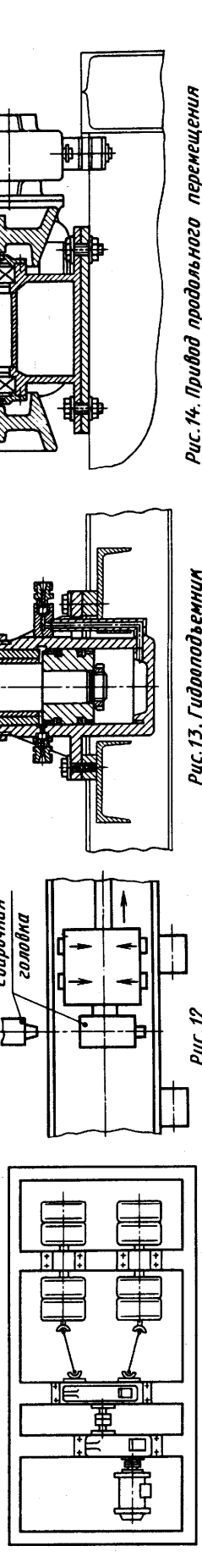
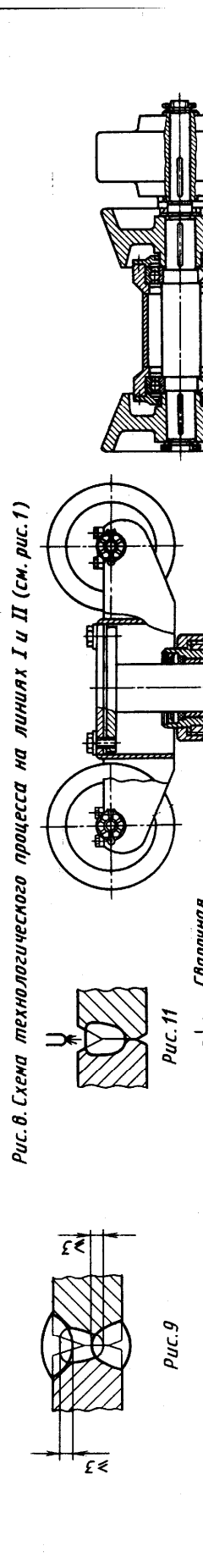
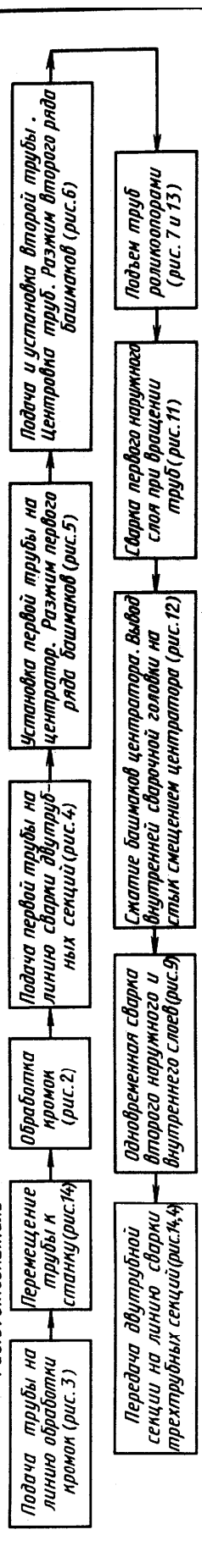
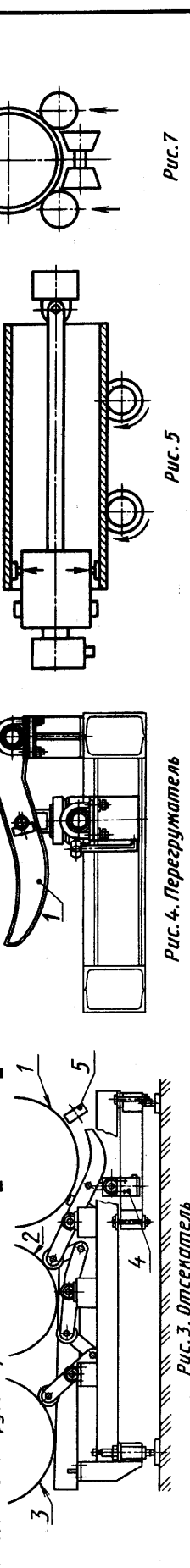
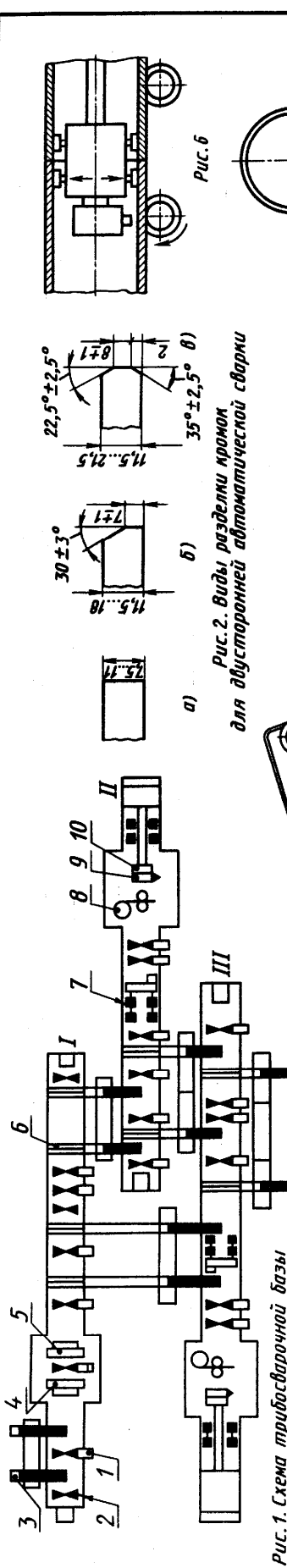


Рис. 5. Трубоукладчик

Сооружение магистрального трубопровода



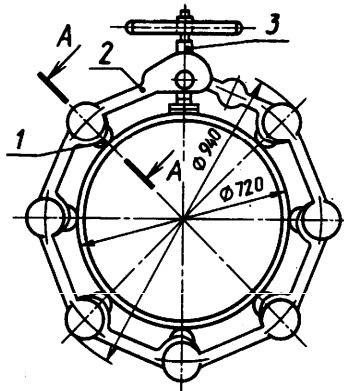


Рис. 1. Многозвенный центратор

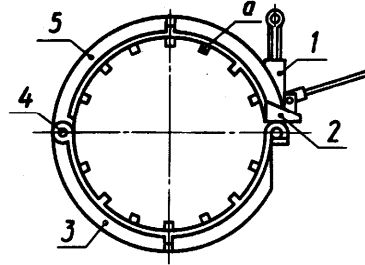
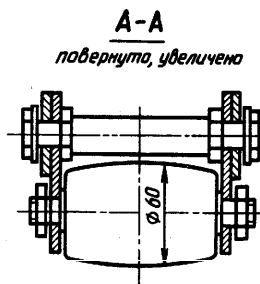


Рис. 2. Жесткий центратор

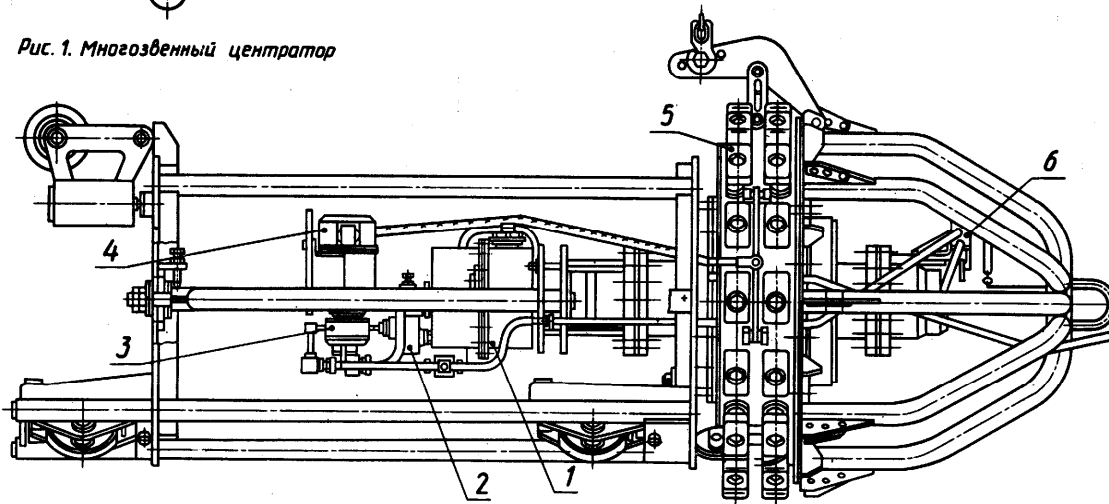


Рис. 3. Внутренний центратор ЦВ-124

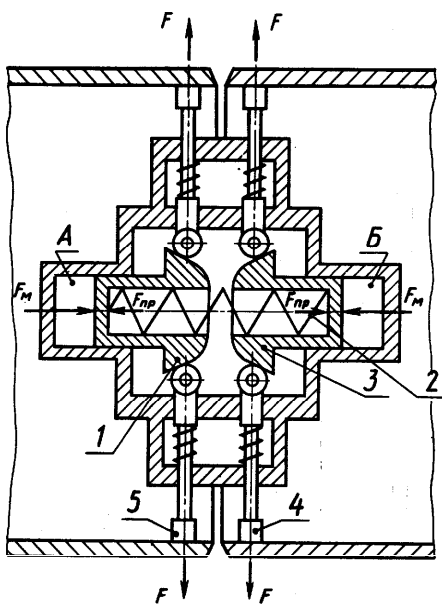


Рис. 4. Схема гидравлического центратора

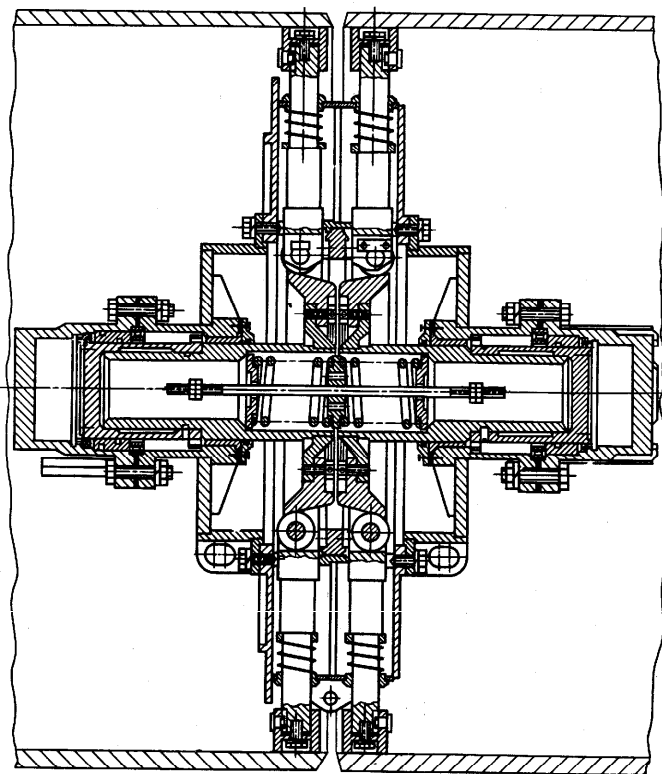


Рис. 5. Центрирующий механизм центратора ЦВ-124

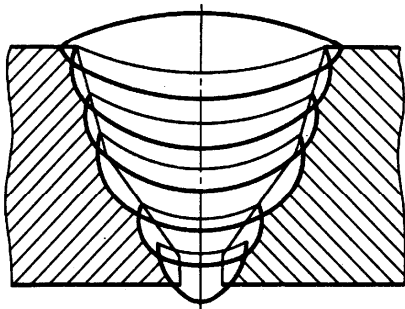


Рис. 1. Схема заполнения разделки

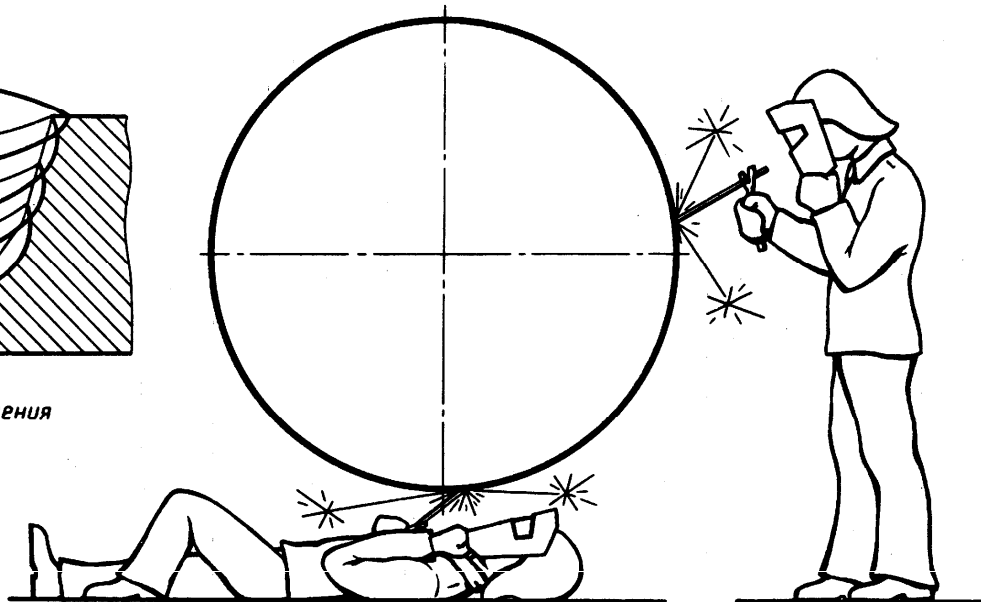


Рис. 2. Схема сварки стыка

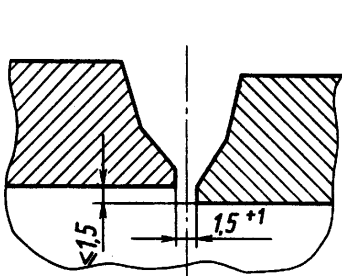


Рис. 3. Допуски на сборку стыка труб

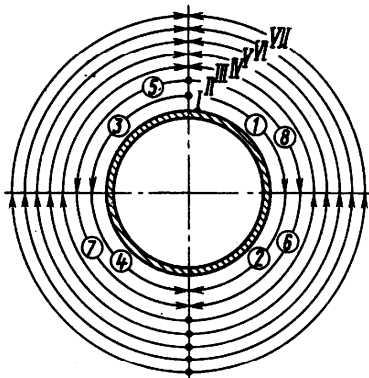


Рис. 4. Порядок наложения слоев шва при поточно-расчлененном методе работы (диаметр труб 1420 мм): I...VII - слои шва; 1...8 - расположение сварщиков

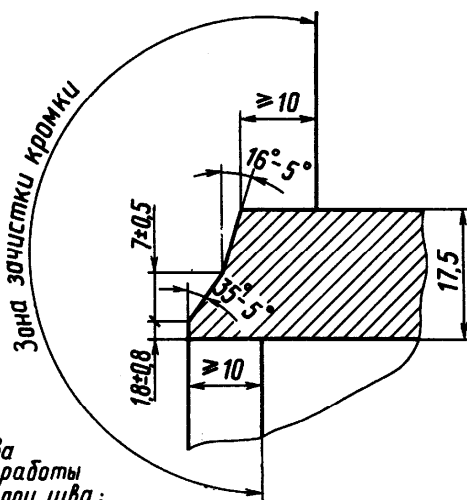


Рис. 5. Разделка кромок трубы и зона зачистки кромок

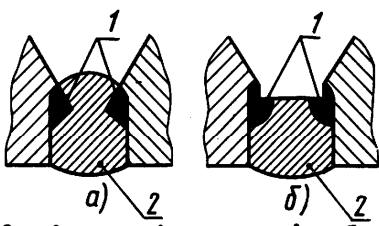


Рис. 6. Шлифовка корня шва абразивным кругом: а - до шлифовки; б - после шлифовки; 1 - шлак; 2 - наплавленный металл

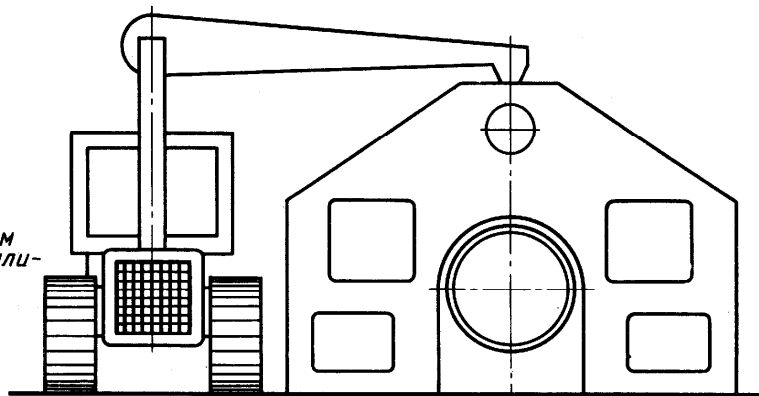


Рис. 7. Четырехэтажная унифицированная сварочная установка

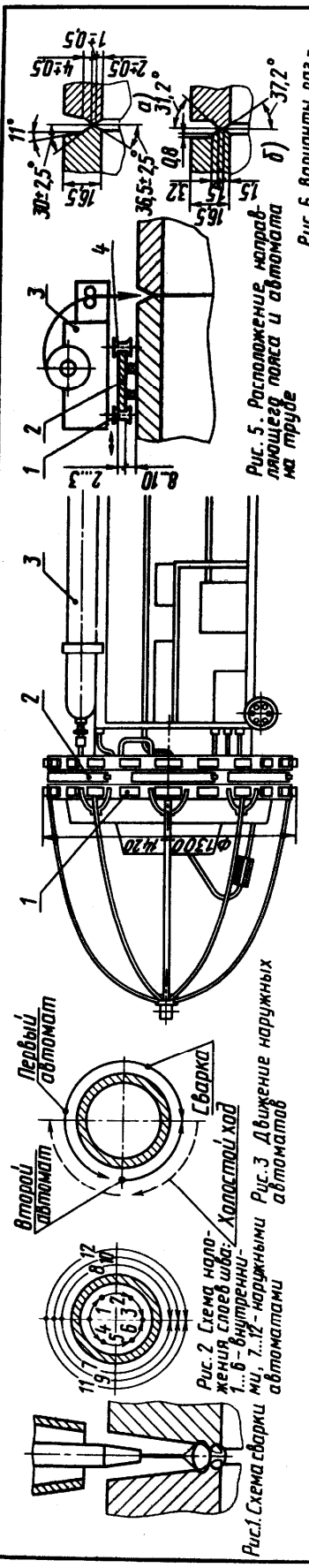


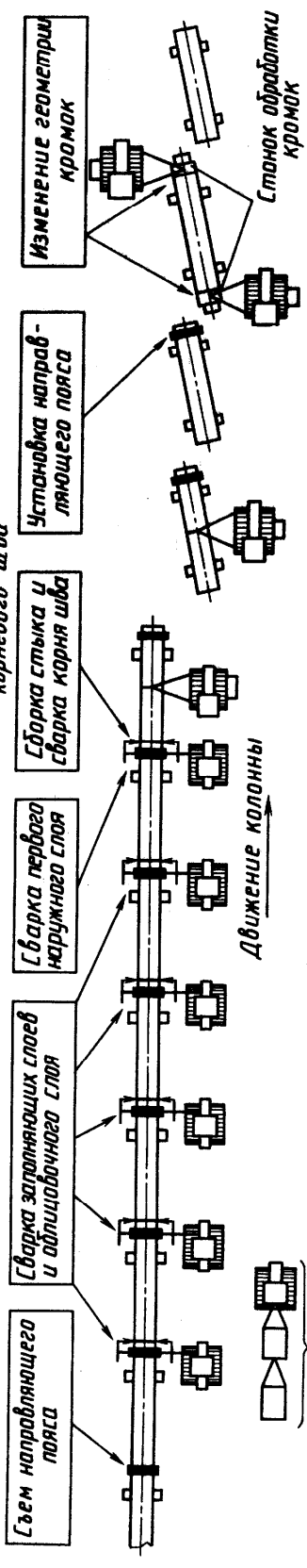
Рис. 1. Схема сварки
Рис. 2. Схема наложения слоев шва:
1...6 - внутренние;
7, 12 - наружные автоматами

Рис. 3. Движение наружных автоматов

Рис. 4. Центратор - автомат для сварки корневого шва

Рис. 5. Расположение направляющего пояса и автомата на трубе

Рис. 6. Варианты разделки кромок



звено технического обслуживания

Рис. 7. Схема выполнения работ на трассе

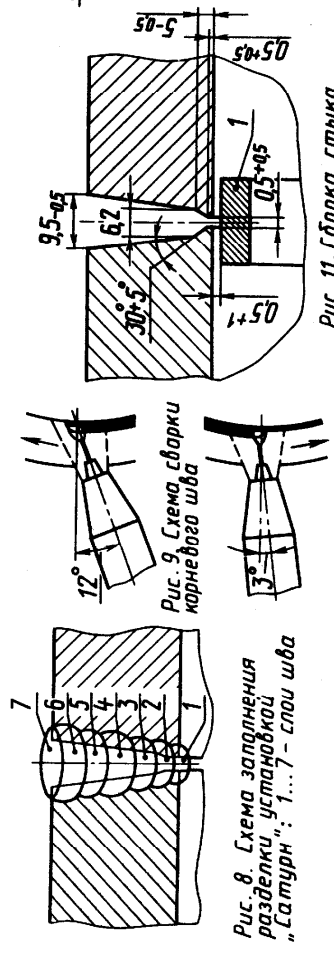


Рис. 8. Схема заполнения разделки, установка "Сатурн": 1...7 - слой шва

Рис. 9. Схема сварки корневого шва

Рис. 10. Схема сварки заполняющих слоев

Рис. 11. Сборка стыка

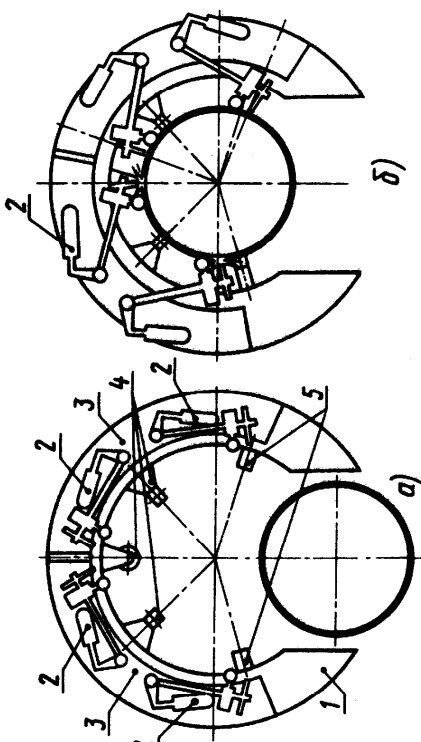
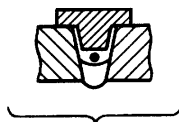


Рис. 12. Схема установки "Сатурн": а - при опускании на трубу; б - в начальный момент сварки

Сварка облицовочного слоя



Сварка заполняющего слоя



Сварка корневого слоя

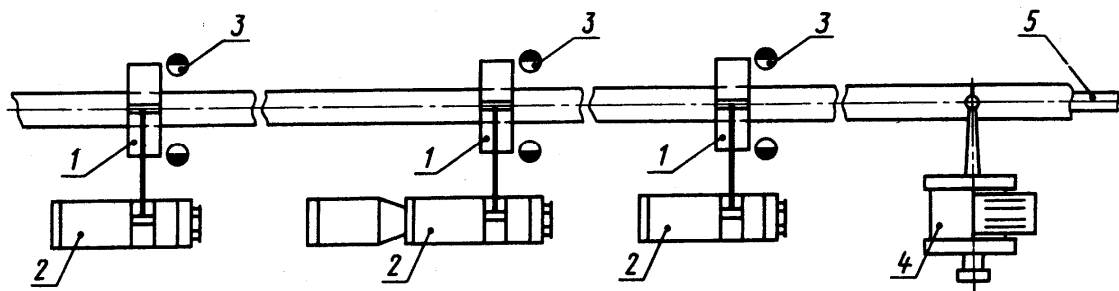
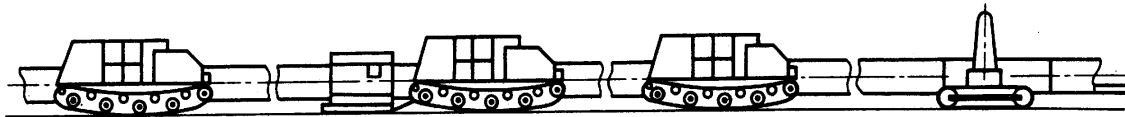
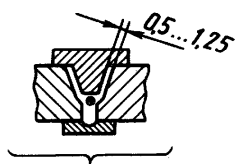


Рис. 1. Размещение оборудования комплекса „Стык” на трассе

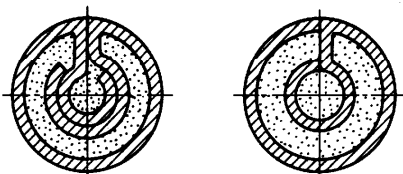


Рис. 2. Конструкции порошковых проволок

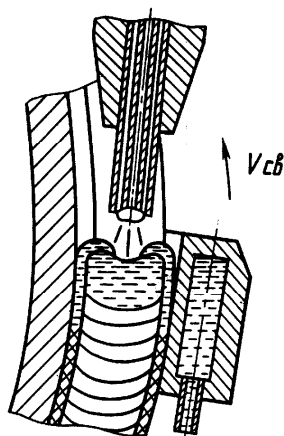


Рис. 3. Схема формирования шва

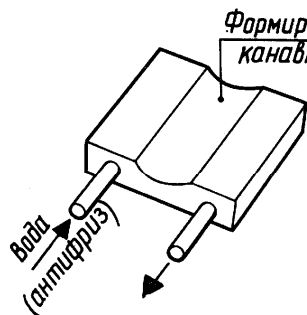


Рис. 4. Формирующий ползун

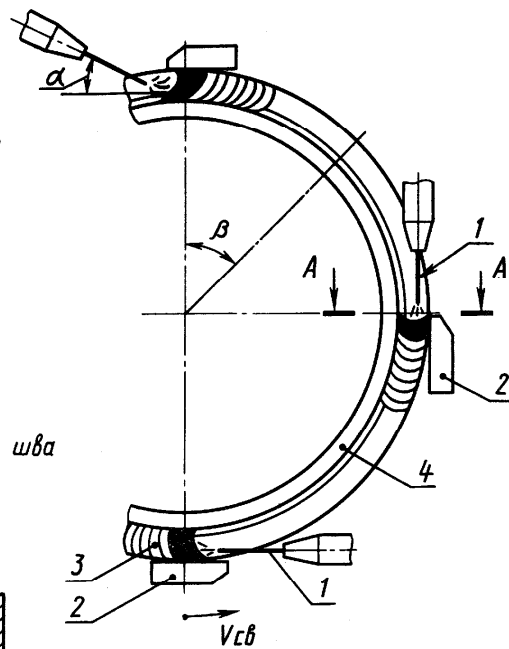


Рис. 5. Схема сварки корневого прохода

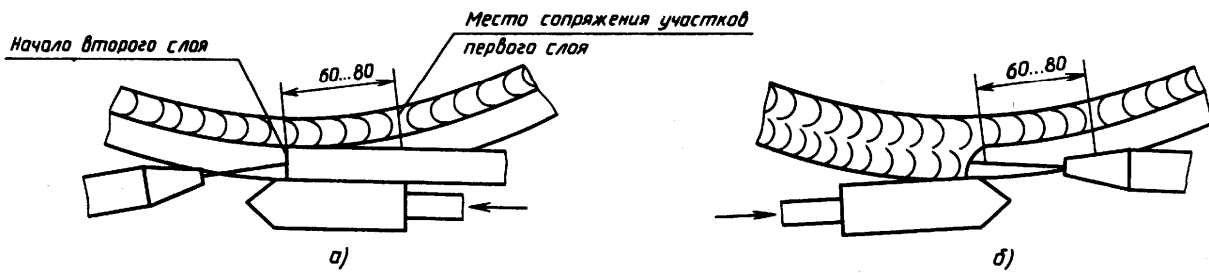


Рис. 6. Схема начала процесса сварки второго слоя

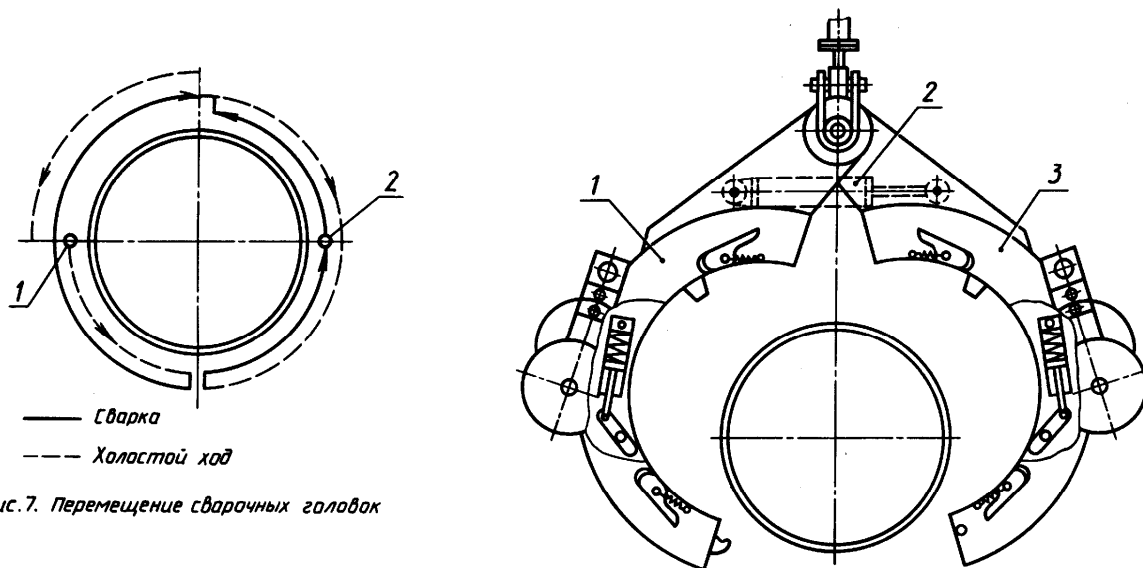


Рис. 7. Перемещение сварочных головок

Рис. 8. Опускание сварочной установки на трубу

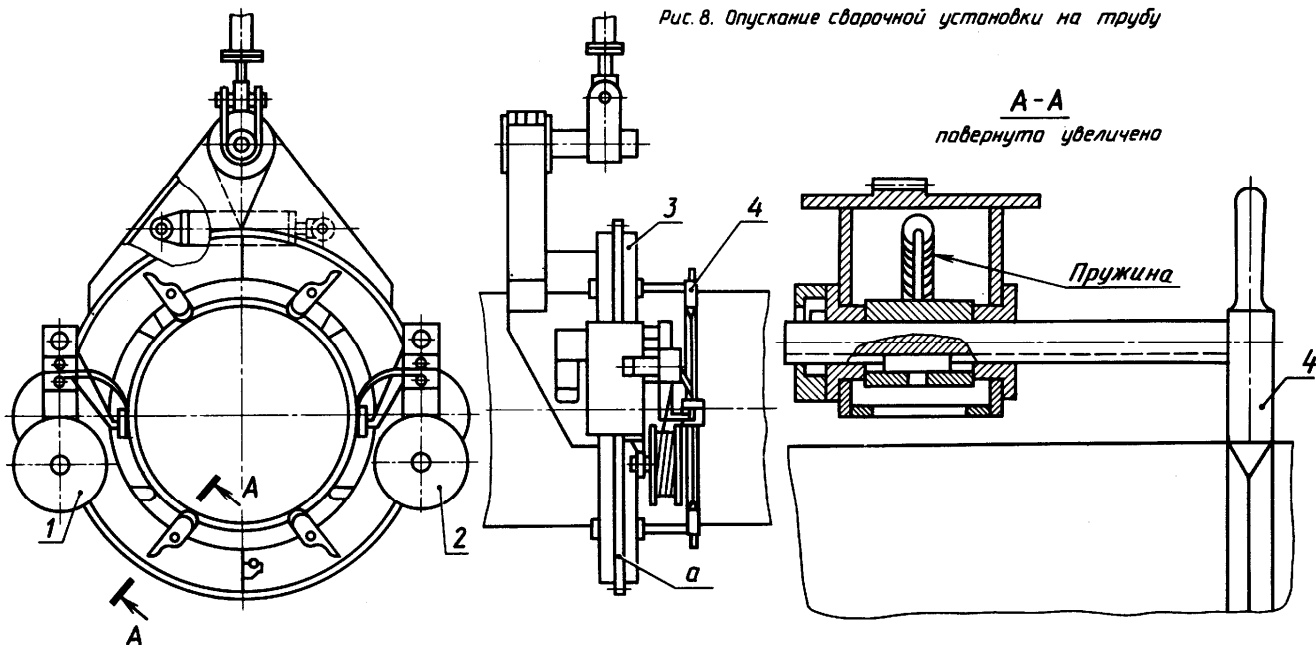


Рис. 9. Сварочная установка

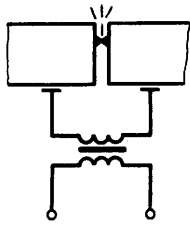


Рис. 1. Схема контактной сварки труб оплавлением

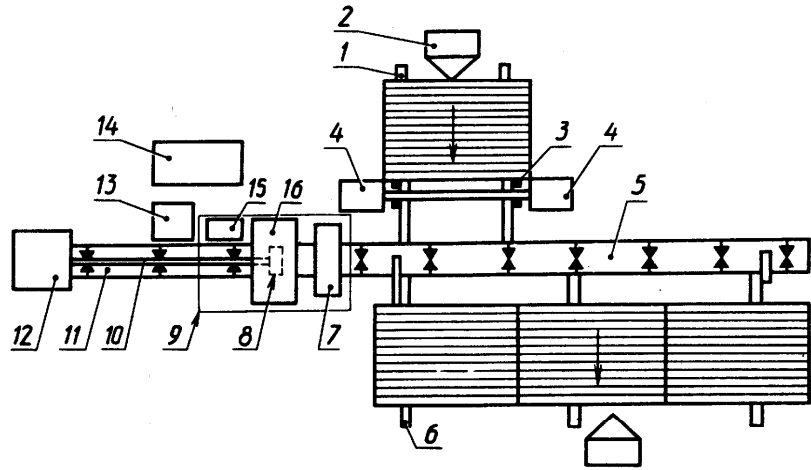


Рис. 2. Схема трубосварочной базы с использованием установки контактной сварки типа ТКУС

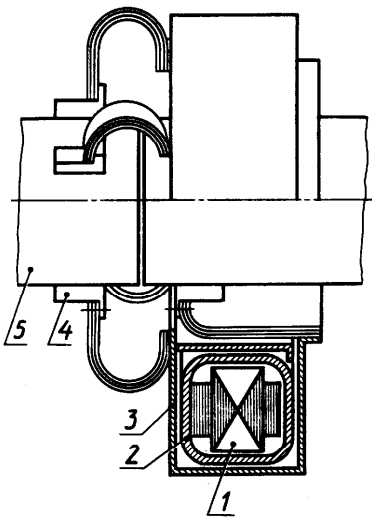


Рис. 3. Кольцевой сварочный трансформатор для стыковой сварки труб

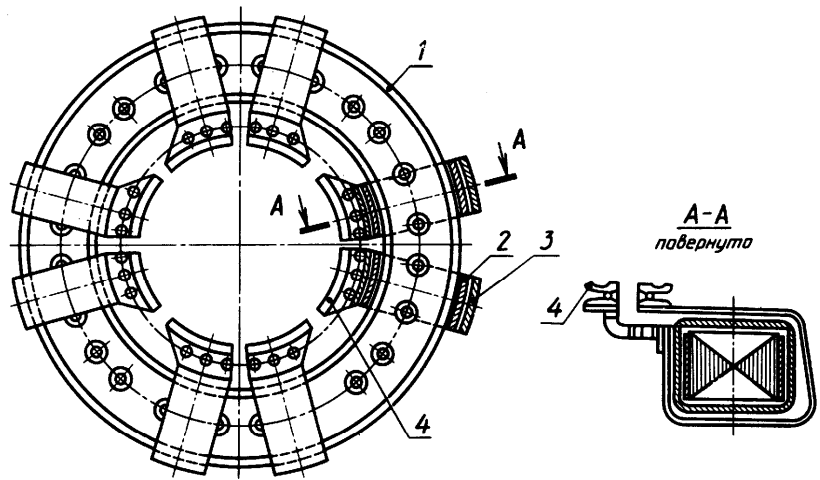


Рис. 4. Схема кольцевого трансформатора для стыковой контактной сварки труб больших диаметров

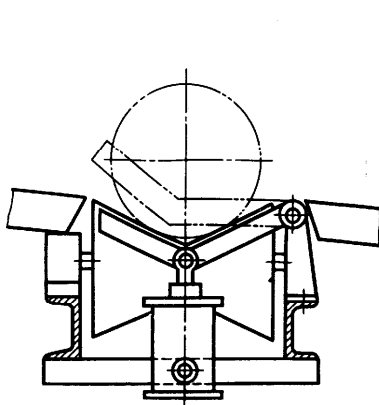


Рис. 5. Перегрузатель

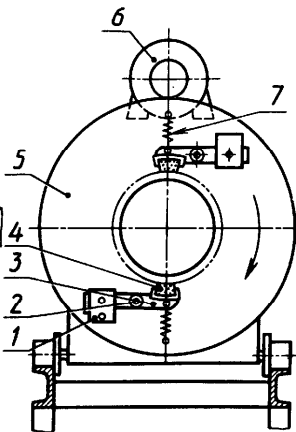


Рис. 6. Схема зачистной машины

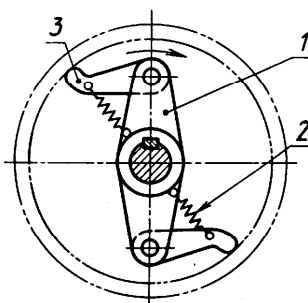


Рис. 7. Центробежный механизм внутреннего гратоснимателя

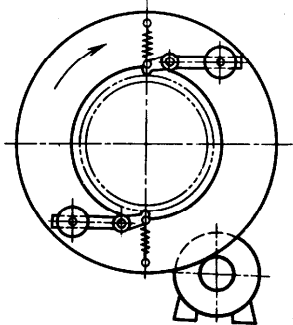


Рис. 8. Наружный гратосниматель

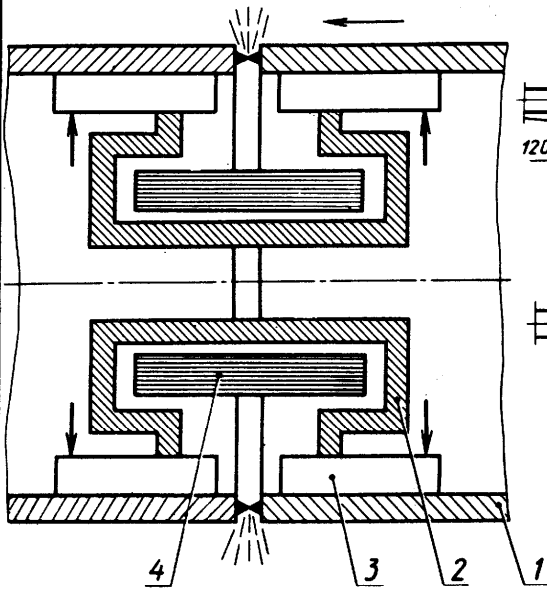


Рис. 9. Схема контактной сварки внутритрубной машиной

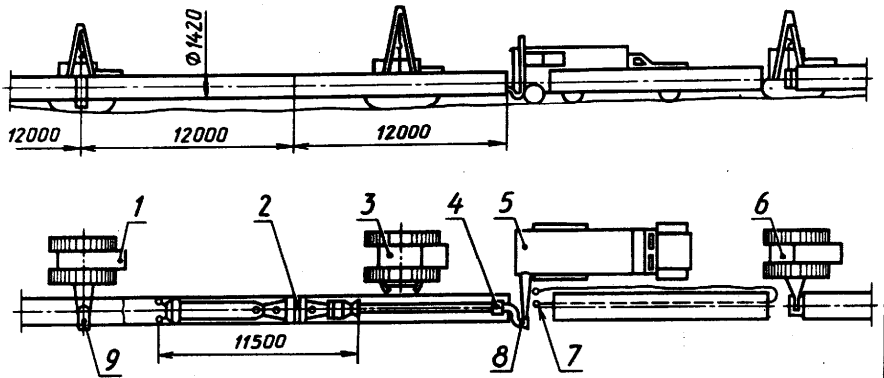


Рис. 10. Схема сборки и сварки магистрального трубопровода с помощью внутритрубной машины

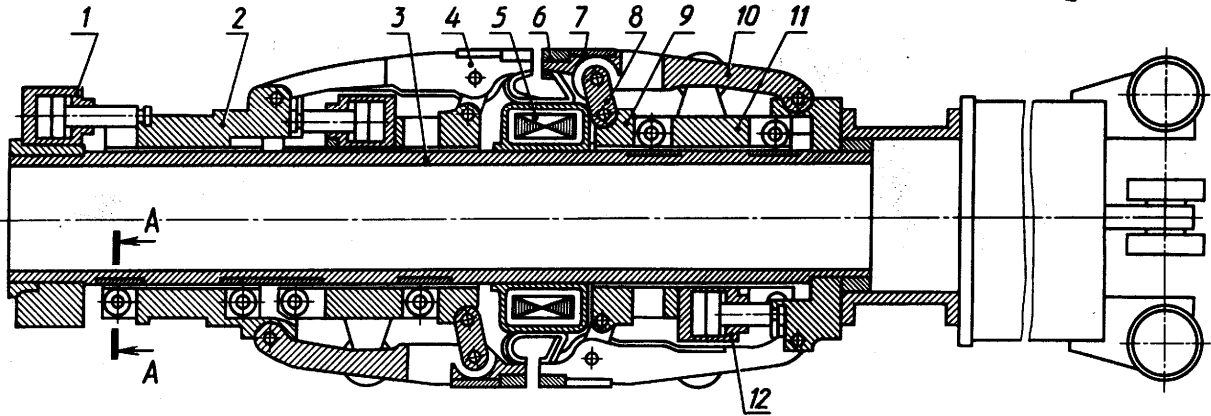
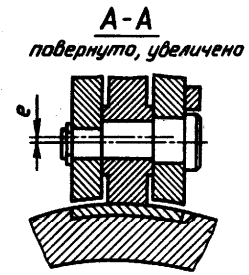


Рис. 11. Сварочная головка внутритрубной машины

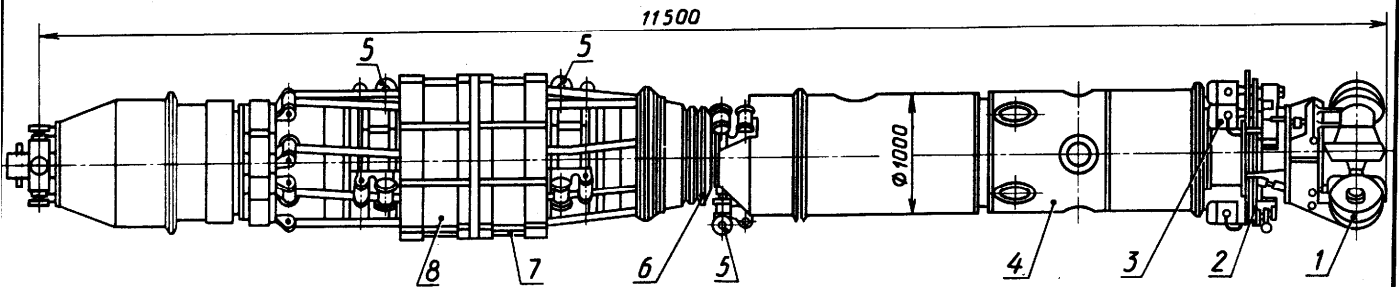


Рис. 12. Внутритрубная установка «Север-1» для сборки и сварки стыков магистральных трубопроводов большого диаметра

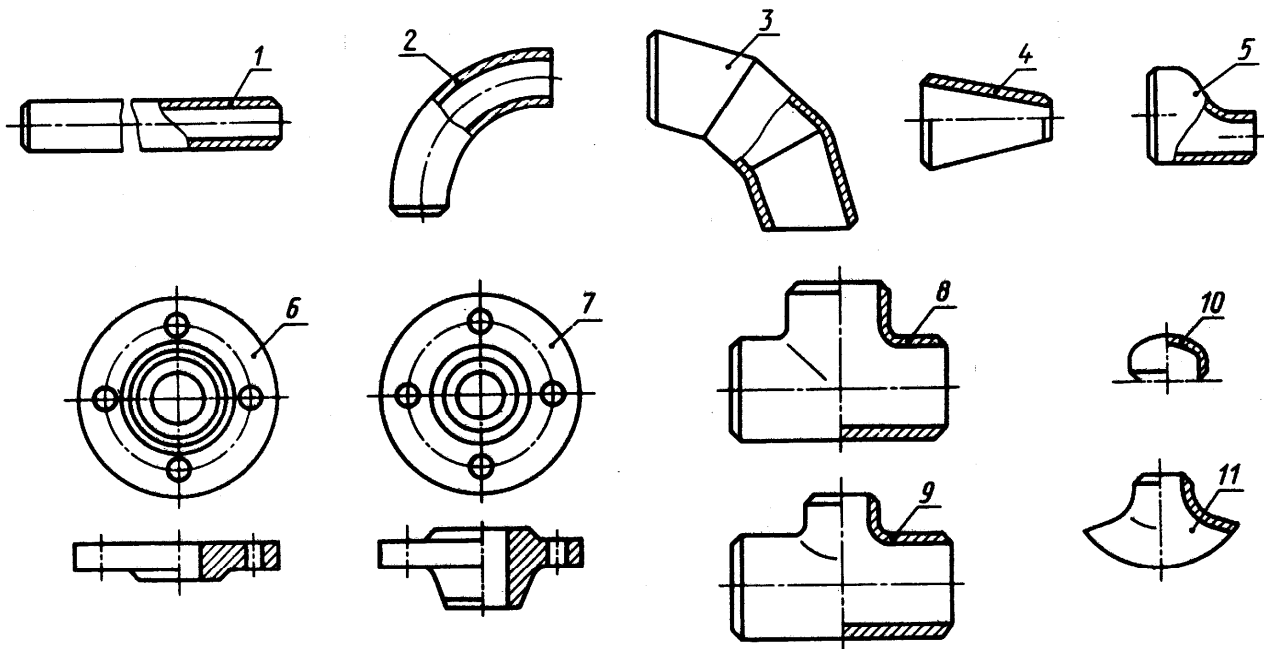


Рис.1. Приварные детали стальных трубопроводов

Группа	Примеры конструкций элементов
I Т-Д	
II Д-Т-Д	
III Д-Д	
IV Т-Д-Т	
V Д-Д-Т	
VI Д-Д-Д	

Рис.2. Классификация элементов трубопроводов:
Т - труба; Д - деталь

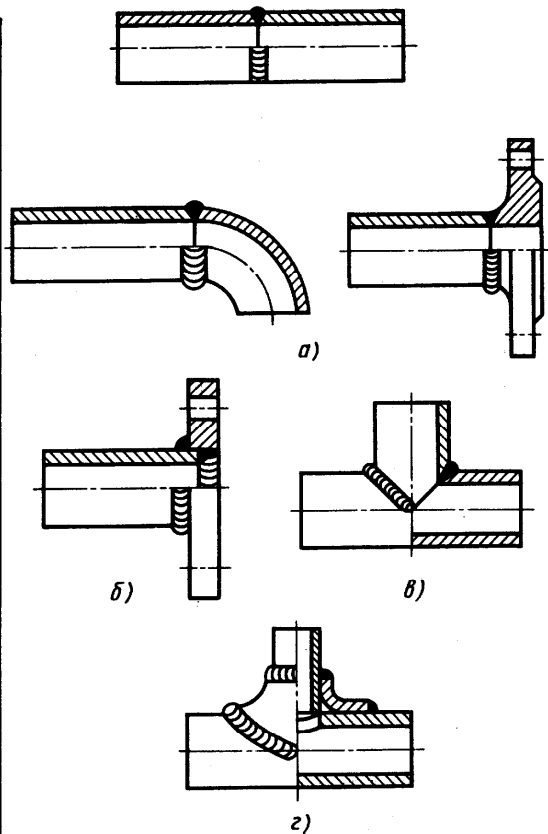


Рис.3. Типы сварных соединений, применяемых при изготовлении и монтаже трубопроводов

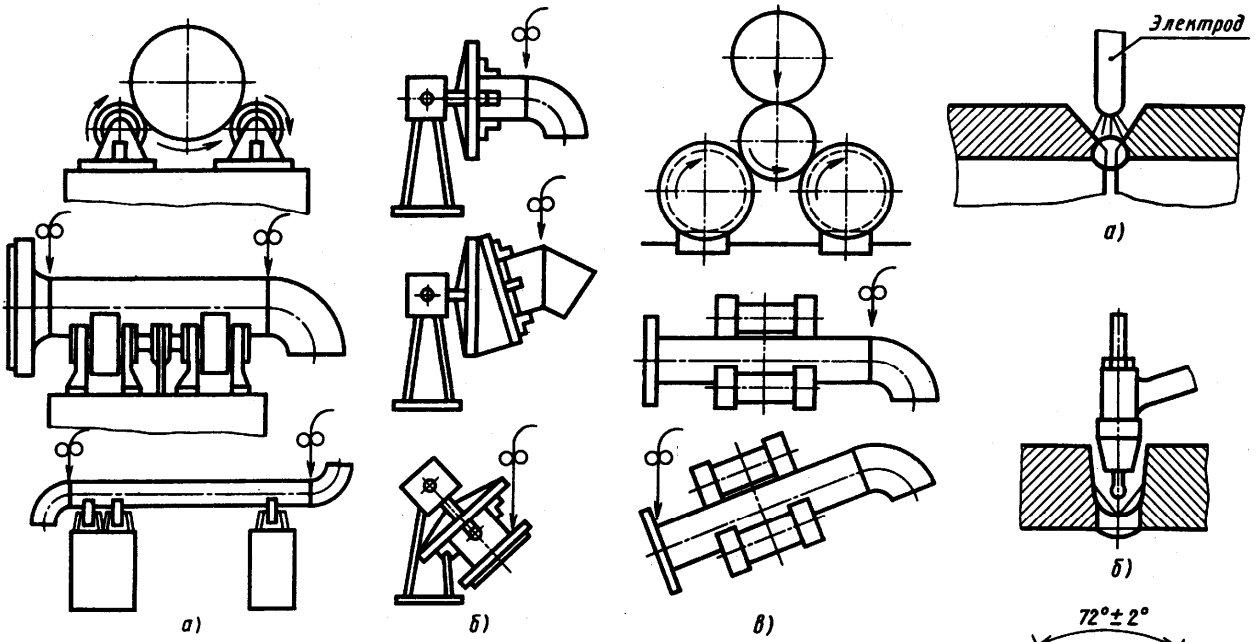


Рис. 4. Схемы вращателей и манипуляторов

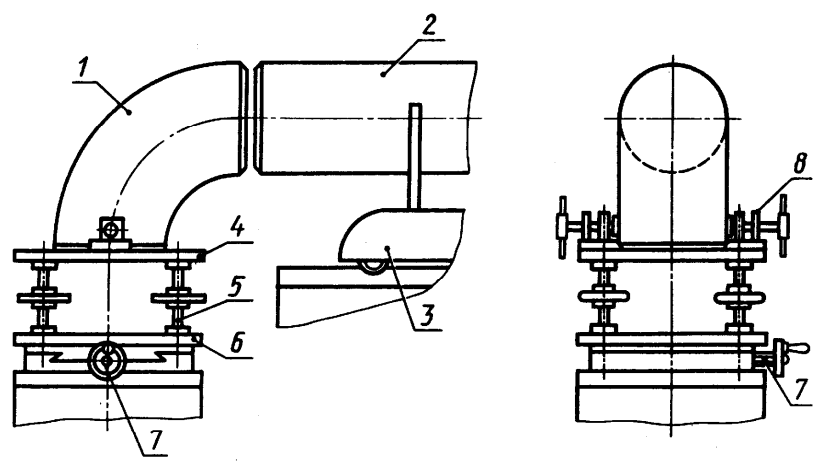


Рис. 5. Приспособление для сборки отвода

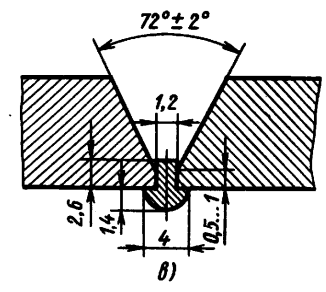


Рис. 6. Способы сварки корневого слоя на весу

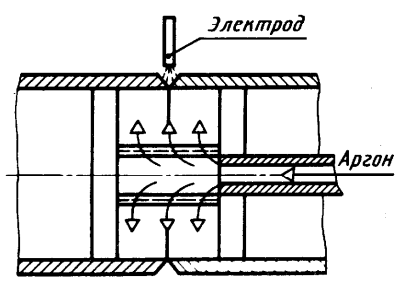


Рис. 7. Сварка с поддувом газа

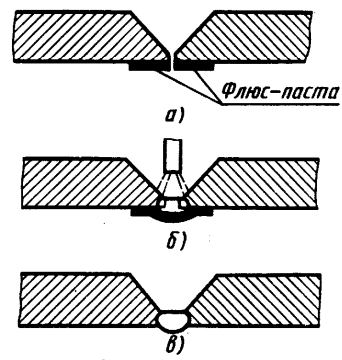


Рис. 8. Сварка с флюс-пастой

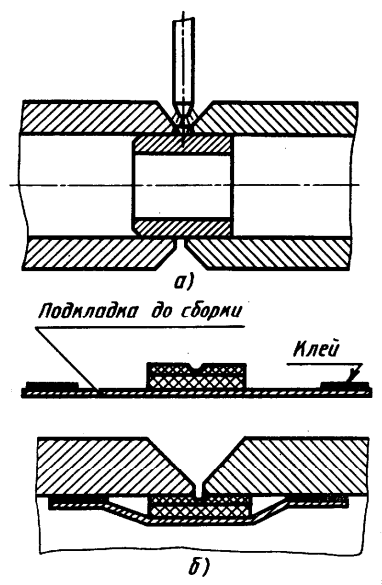


Рис. 9. Сварка на съемных (удаляемых) подкладках

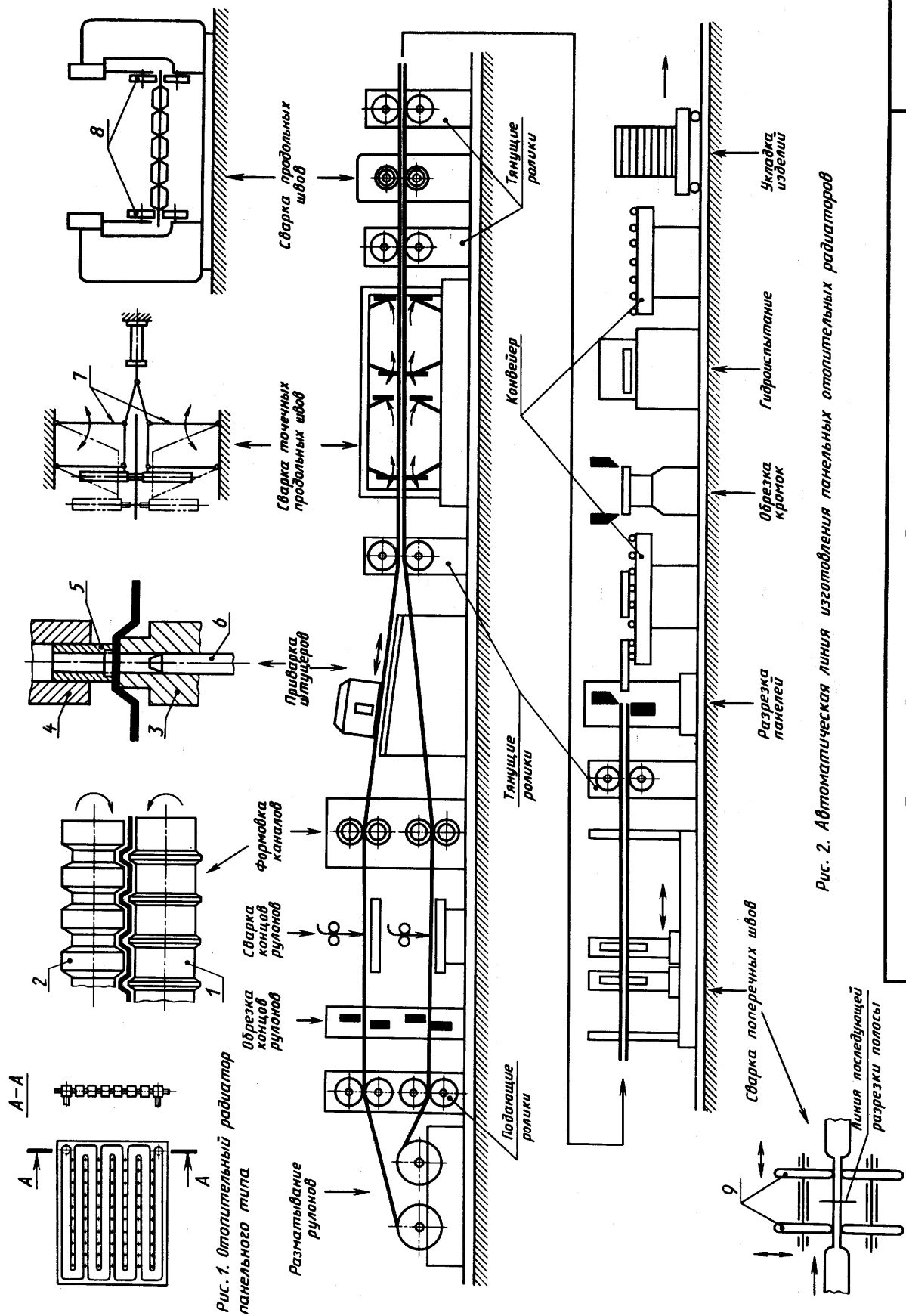


Рис. 2. Автоматическая линия изготовления панельных отопительных радиаторов

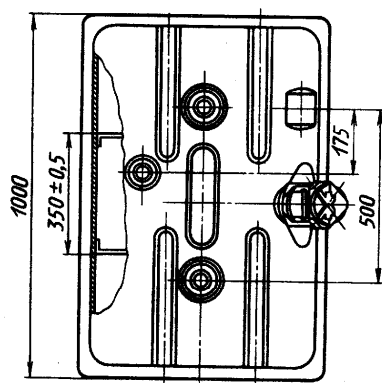
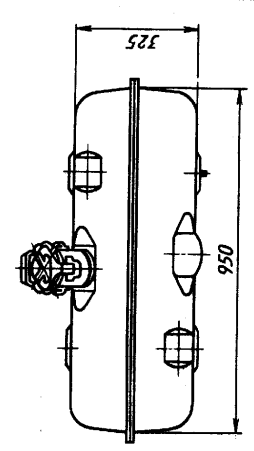


Рис. 1. Топливный бак автомобиля ЗИЛ-130

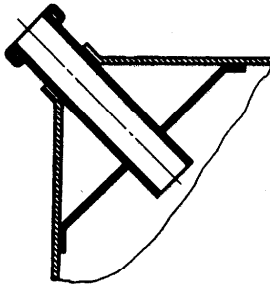


Рис. 2. Узел крепления заднего стакана

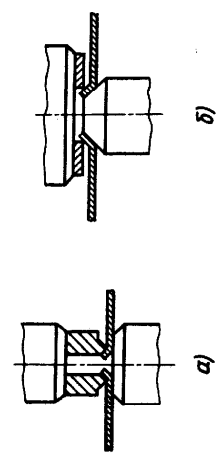


Рис. 3. Схемы приварки бобышки (а) и фланца (б)

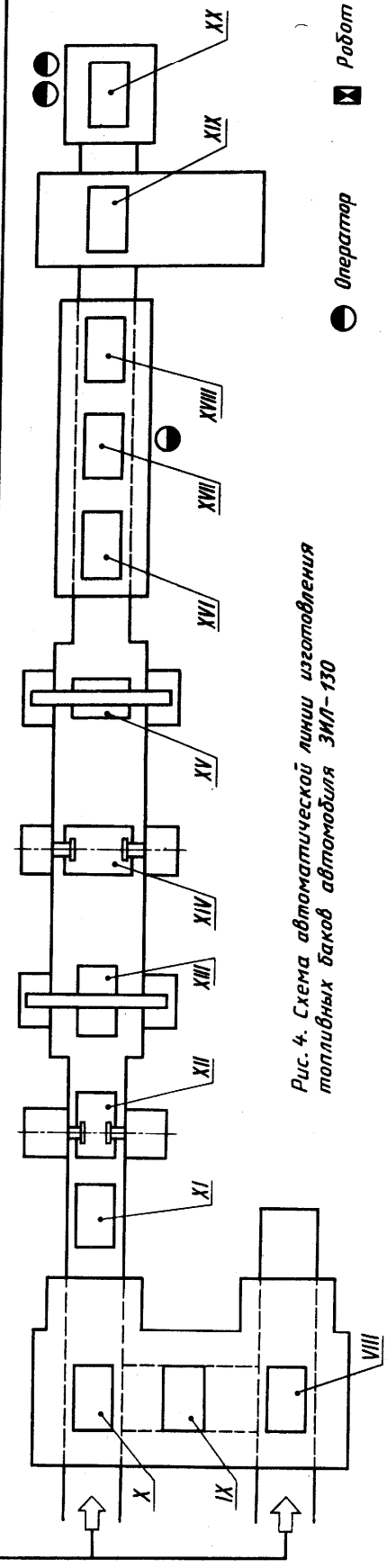
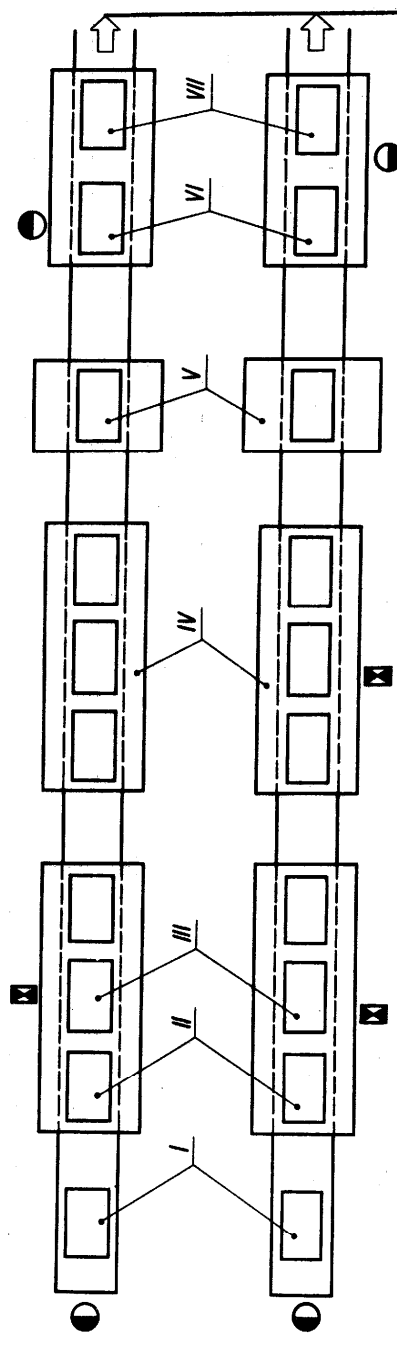


Рис. 4. Схема автоматической линии изготовления топливных баков автомобиля ЗИЛ-130

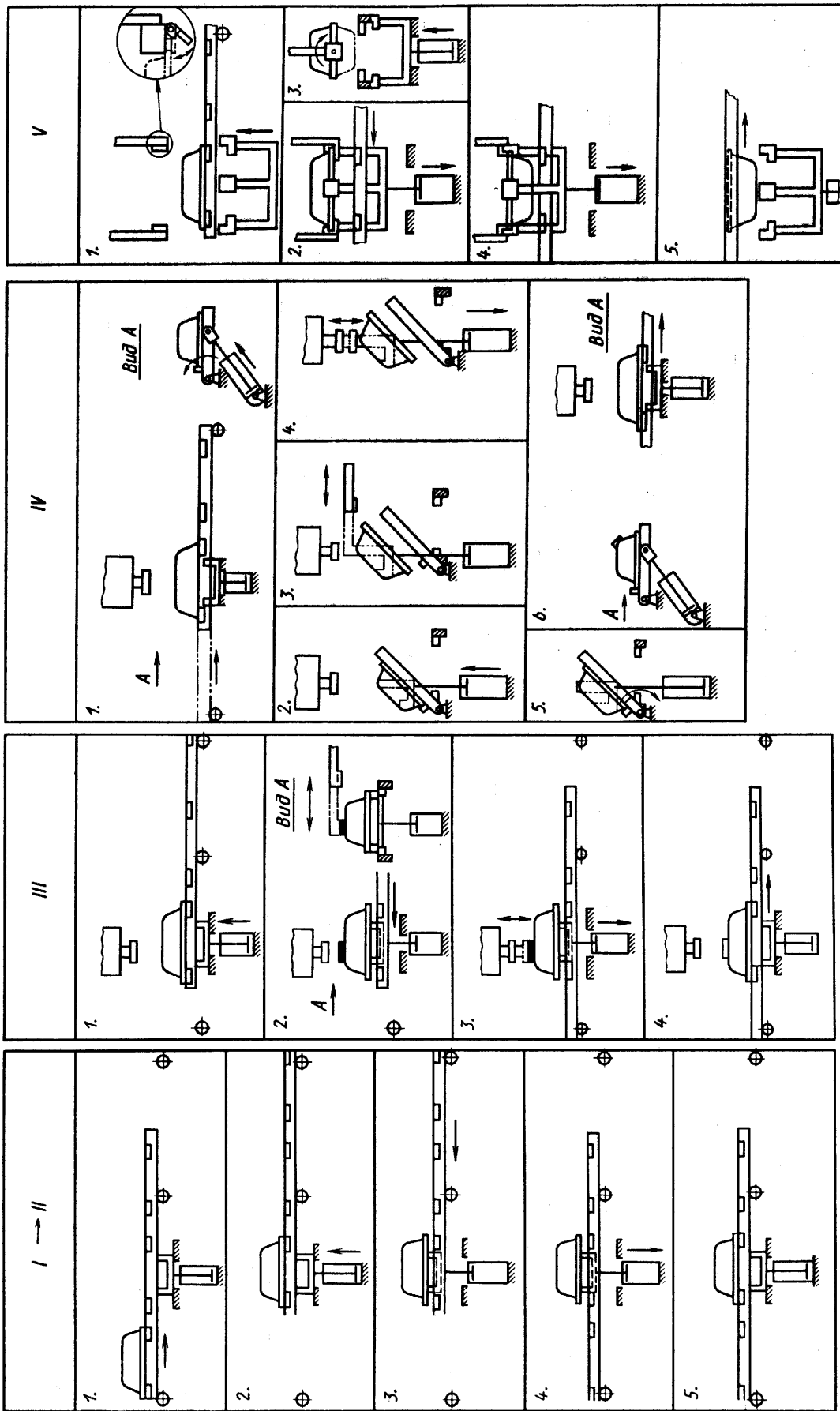


Рис. 5. Содержание операций на позициях I...V автоматической линии (см. лист 180, рис. 4)

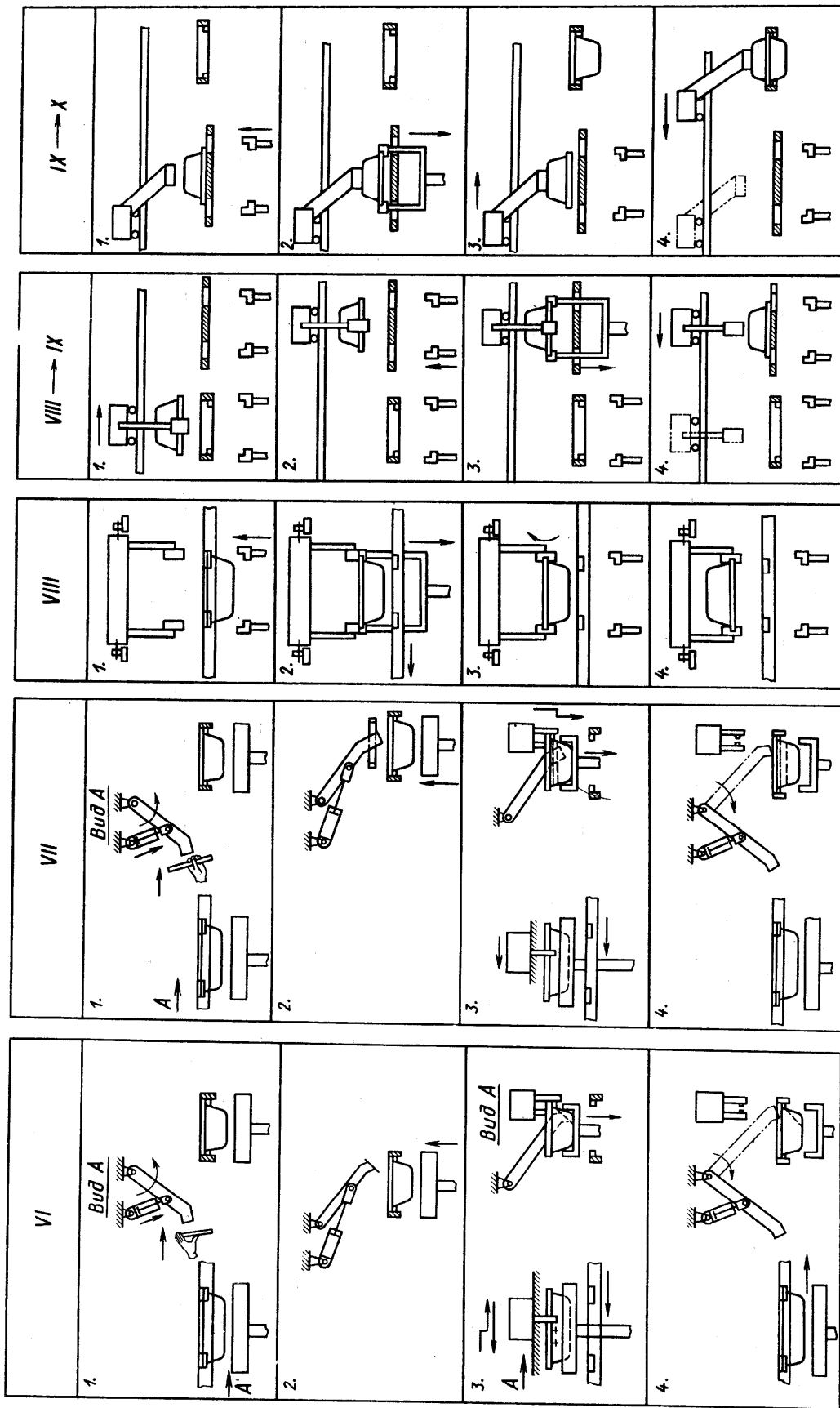


Рис. 6. Содержание операций на позициях VI... X автоматической линии (см. лист 180, рис. 4)

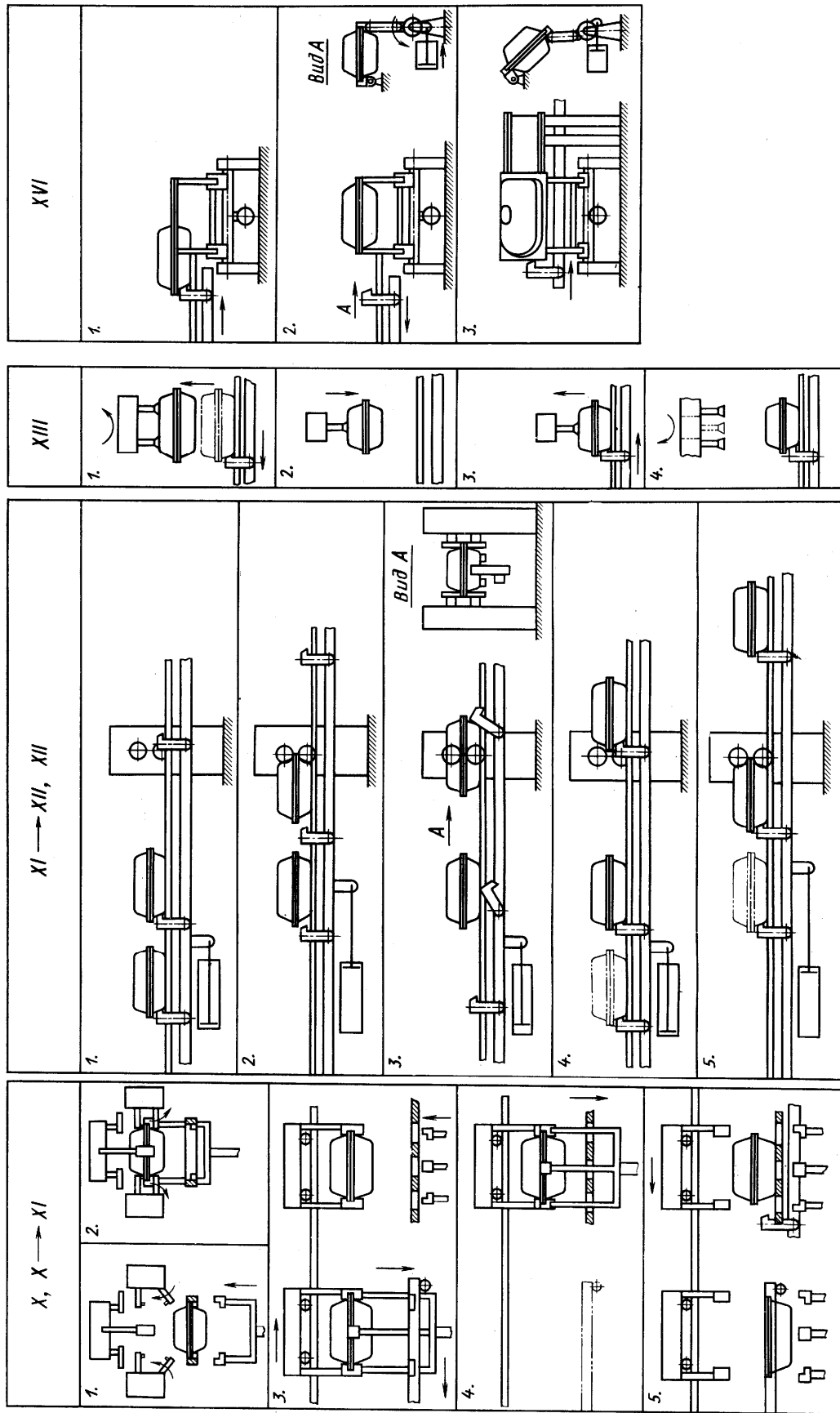


Рис. 7. Содержание операций на позициях X... XII, XVI автоматической линии (см. лист 180, рис. 4)

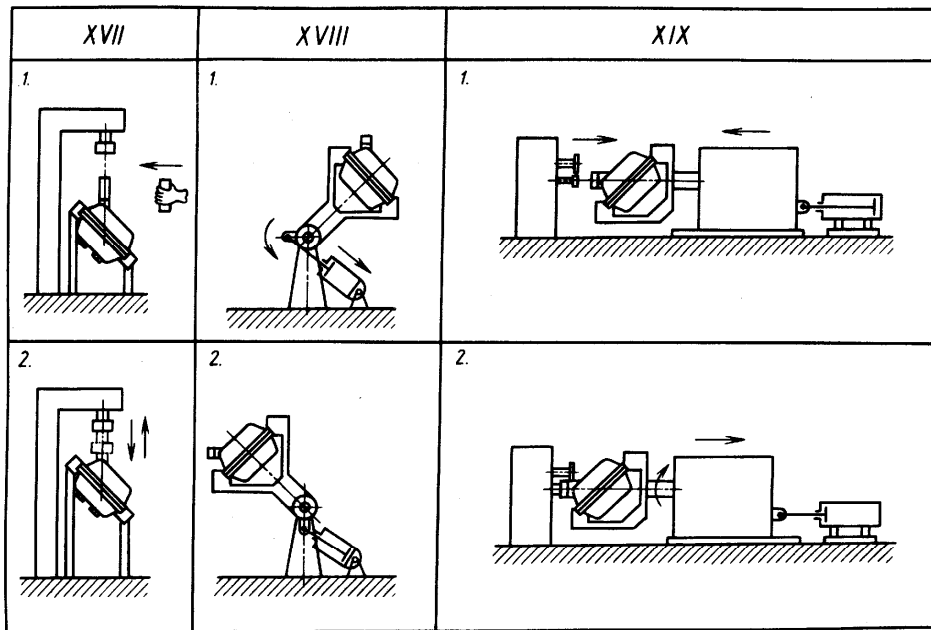


Рис. 8. Содержание операций на позициях XVII... XIX автоматической линии
(см. лист 180, рис. 4)

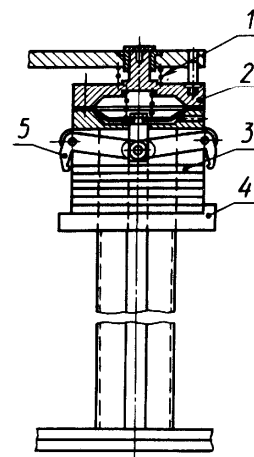


Рис. 9. Захват шайбы из магазина с подъемным столиком

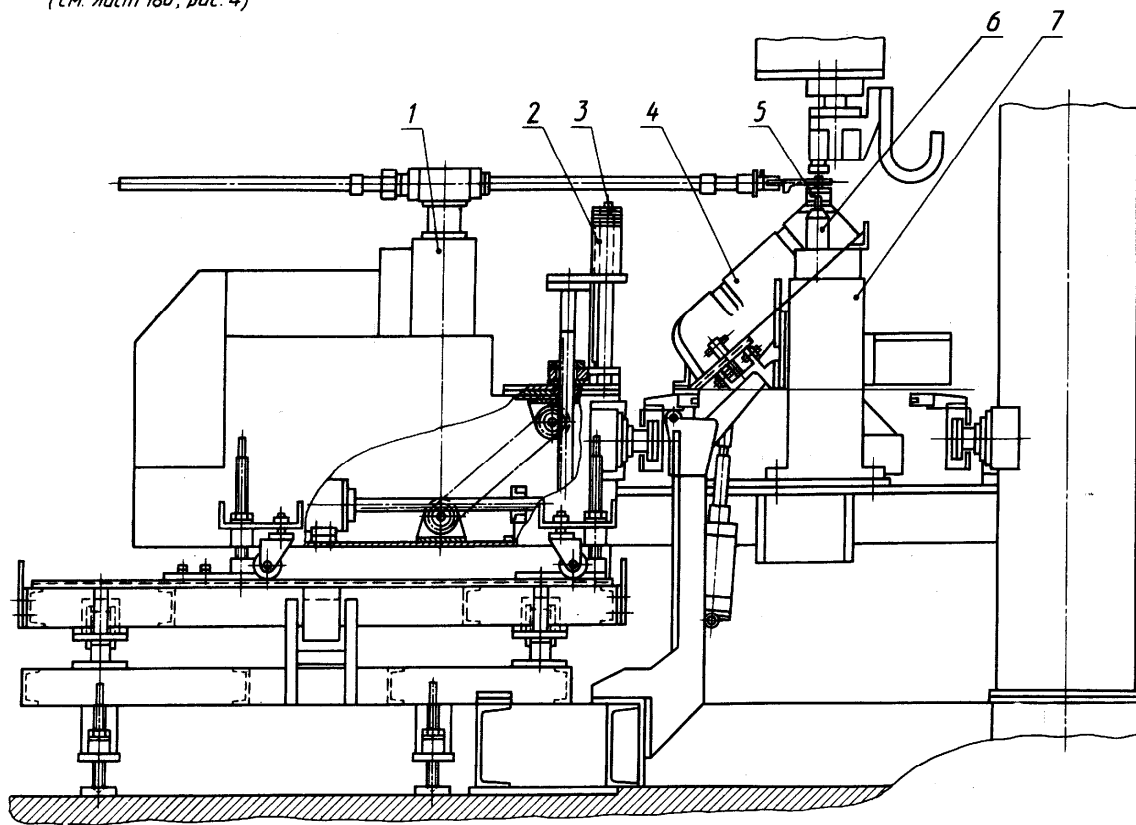


Рис. 10. Подача шайбы с помощью робота

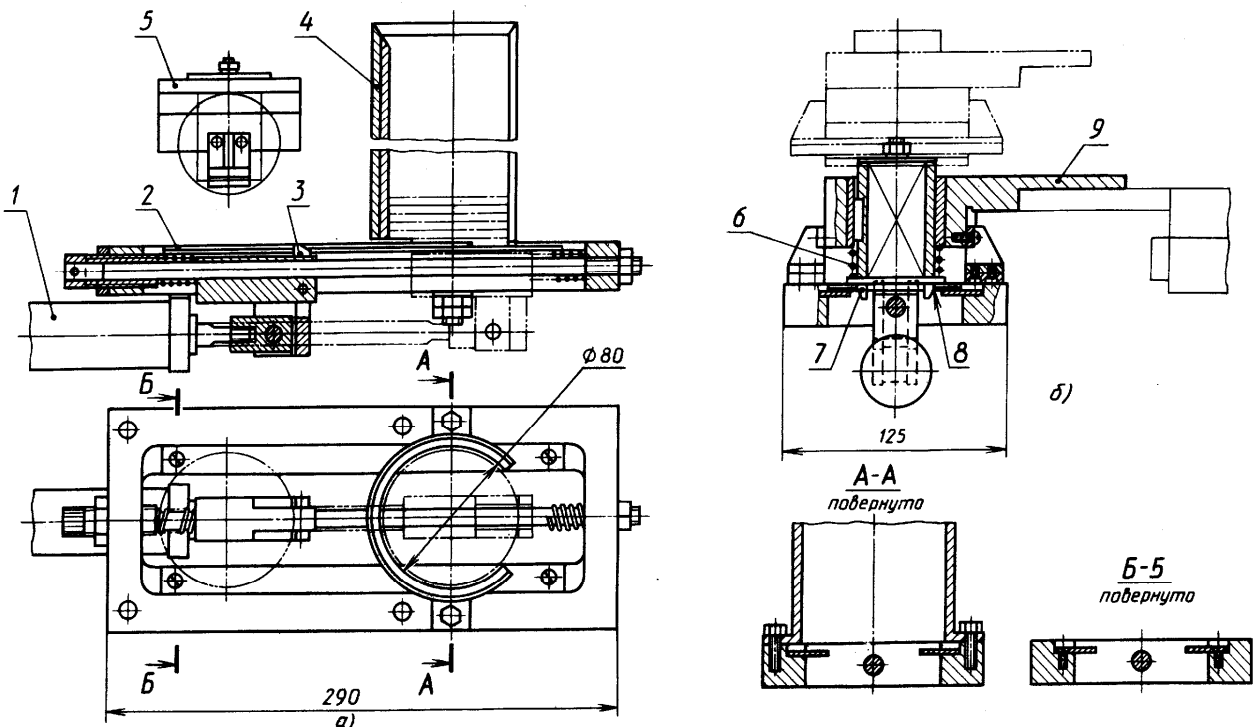


Рис. 11. Магазин гравитационного типа

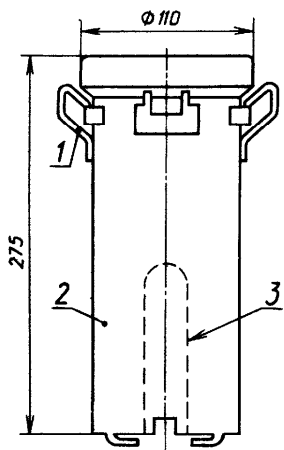


Рис. 12. Заливной стакан

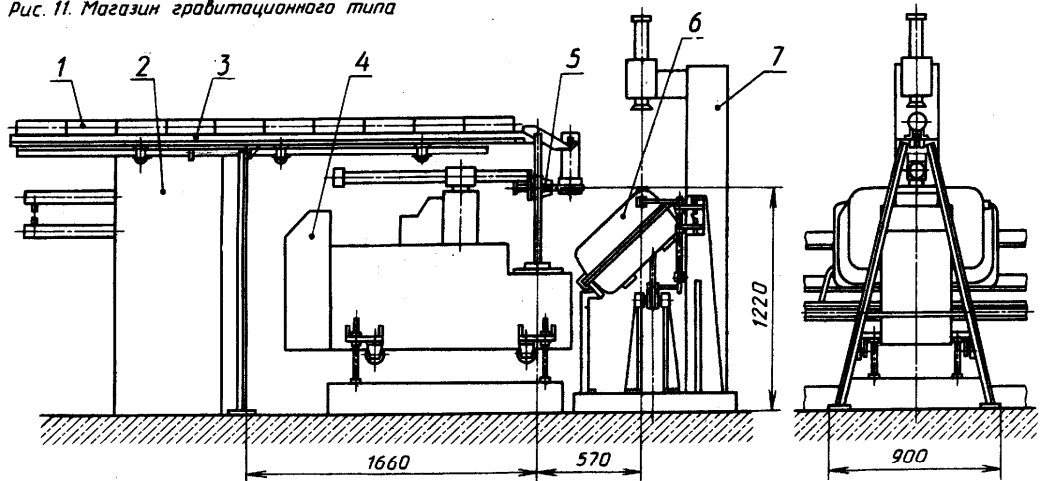


Рис. 13. Стенд запрессовки заливного стакана с использованием работа

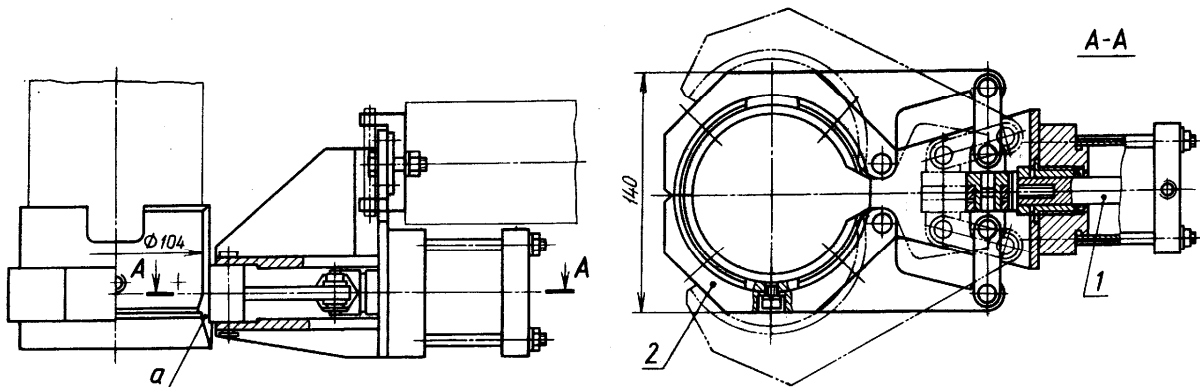


Рис. 14. Конструкция схвата заливного стакана

6. КОРПУСНЫЕ КОНСТРУКЦИИ (ЛИСТЫ 186... 200)

ПОЯСНЕНИЯ К ЛИСТАМ 186 ... 200

ВАГОНЫ

Характерными представителями этого типа конструкций являются кузова цельнометаллических вагонов, корпуса судов и кузова автомобилей. Общим для них является использование плоских или криволинейных полотнищ с последующим объединением в жесткую пространственную конструкцию, способную воспринимать статические, вибрационные и динамические нагрузки.

Изготовление кузова пассажирского вагона (листы 186, 188).

Кузов пассажирского вагона (лист 186, рис. 1, *а*) имеет решетку-основу 2, полностью закрытую наружной тонколистовой обшивкой 1. Местная жесткость листовой обшивки увеличивается созданием гофров (рис. 1, *б*). При этом повышается устойчивость тонкостенных элементов под нагрузкой и снижается их коробление от сварки. Кузов вагона собирают и сваривают из предварительно изготовленных крупногабаритных узлов: крыши, боковых стен, настила пола, концевых и тамбурных стен.

Плоские узлы вагона — боковые стенки и настил пола — собирают на специальных стендах 2 (рис. 2), обслуживаемых двумя сборочными порталами 4 и сварочной машиной 1. Во время работы сварочной машины на одном из стендов на другом стенде производится сборка следующего узла. Обшивку укладывают на стенд по фиксаторам 3. Раскладку, прижим и прихватку элементов жесткости в виде гнутых Z-образных профилей производят при помощи перемещаемого по рельсам сборочного портала 2 (рис. 3), на кронштейнах 6 которого расположены элементы жесткости, например, стойки. Фиксированное положение портала в месте укладки элементов жесткости задается с помощью щупов 7, призм 8 и пневмоцилиндров 1. Проектное положение очередного элемента жесткости задают механизмы 3 и 5 поворотом упоров 11 и 13 коромыслами 70 и 12 с помощью пневмоцилиндров. Пневмоцилиндры 4 траверсами 9 прижимают элементы к обшивке. После постановки прихваток пневмоцилиндры выключают и сборочный портал перемещают в новое положение.

Приварку элементов жесткости к обшивке осуществляют контактной двуточечной машиной с двусторонним подводом тока (лист 187, рис. 4). Поэтому собранный на прихватках плоский узел приподнимают над поверхностью сборочного стенда подъемными опорами 5 (рис. 5). По мере выполнения сварки и перемещения портальной точечной машины 1 штанги управления 2, встречая на своем пути краны 3 и 4 пневматической системы, автоматически убирают опоры 5. При этом изделие поддерживается роликами 6, установленными на машине. После прохождения машины опоры стенда снова поднимаются.

Крыша вагона состоит из выпуклого листового полотнища 1 (рис. 7, *а*) с гофрами и элементов жесткости 2 Z-образного сечения. Листовое полотнище сваривают из отдельных листов 1 и 2 (рис. 7, *б*).

Сборка и сварка крыши вагона секциями позволяет сократить производственные площади. При производстве электровагонов крышу собирают из трех секций 7 (рис. 6). Полотнище секции собирают на столе стенда 3, где по фиксаторам укладывают средний лист 2 и два боковых листа 1. Нахлесточное соединение листов выполняют автоматической дуговой сваркой на медной подкладке. Для прижатия кромок нахлестки и перемещения сварочного аппарата используют передвижной портал 4. На раме 1 (рис. 8) портала размещаются пневмоприжимы с траверсами 2, которыми осуществляют поджим листов. Движение сварочного аппарата происходит по направляющим 4. Перемещение портала обеспечивается механизмом 3. На стапеле 6 (рис. 6) раскладывают дуги крыши по медным шинам дуг стапеля. На них укладывают сваренное полотнище 5, которое приваривают к дугам односторонней контактной сваркой двухэлектродной машиной (лист 188, рис. 9), перемещающейся по направляющим портала 8 (лист 187, рис. 6). Портал перемещается от дуги к дуге с точной установкой его во время сварки. Секции 1 крыши свариваются поочередно; во время сварки одной секции другую собирают.

Для того чтобы иметь возможность приварить элементы жесткости к полотнищу крыши на боковых криволинейных участках, используют сварочную точечную машину, состоящую из двух сочлененных кареток 1 (лист 188, рис. 12, *а*) с общей осью, по обе стороны от которой расположены электроды 2. Привод при сжатии каждого электрода снабжен дополнительным цилиндром 2 (рис. 12, *б*), осуществляющим поджатие свариваемых деталей. Шток цилиндра 1, придавливающего электрод, проходит внутри штока дополнительного цилиндра.

Для исключения переналадок при сборке и сварке секций крыш различных размеров вагонов различной конструкции используют стапель (рис. 11), содержащий сам сходную контактную машину 1 портального типа и стенды различной конструкции. Один из стендов 2, служащий для установки свариваемой конструкции минимальной кривизны и максимальных габаритов, принятый за базовый, выполнен неподвижным. Другие стенды 3 и 4 снабжены подвижными в поперечном направлении и поворотными в поперечной плоскости приводными рамами 4 (рис. 10) с катками 2 и направляющей 6 для катков. Рама удерживается в положении для сварки пневмоцилиндром 1 с роликом 5, входящим в прорезь планки 3.

Изготовление кузова товарного вагона (листы 189, 190).

Магистральные грузовые полувагоны изготавливают в условиях крупносерийного производства на линиях с комплексной механизацией и автоматизацией процессов. Обшивку боковой стенки (лист 189, рис. 1) собирают внахлестку из двух листов, имеющих продольные выштамповки — гофры (рис. 2), и сваривают дуговой сваркой. Каркас боковой стенки собирают и сваривают тоже дуговой сваркой в полуавтоматической линии. На ее первую позицию автооператор подает набор балочных элементов, входящих в состав каркаса. Заданную геометрию каркаса обеспечивает система упоров, фиксаторов и пневмоприжимов. На второй позиции производится механизированная сварка каркаса с одной стороны, на третьей — сварка с другой стороны после поворота каркаса на 90° с помощью двустоечного кантователя. По обе стороны от полуавтоматической линии сборки и сварки каркаса расположены две автоматические линии сборки и сварки обшивки. Полностью сваренный каркас автооператор переносит или на одну, или на другую параллельную линию (по очереди) и укладывает его поверх готовой обшивки, после чего производят сборку и прихватку. Затем также поочередно собранные боковые стенки возвращаются на центральную линию для приварки каркаса боковой стенки к обшивке точечной контактной сваркой. Расположение сварных точек показано на рис. 2. Для точечной контактной сварки используют комплекс двухэлектродных машин, расположенных в линии, имеющей две позиции (рис. 3). На позиции I выполняется сварка продольных точечных швов, приваривающих обшивку к верхней и нижней обвязкам, а на позиции II — сварка поперечных рядов точек, соединяющих обшивку с промежуточными и угловыми стойками.

Поперечное сечение транспортирующего устройства на позиции I линии показано на рис. 5 (лист 190). Боковая стенка 1 продвигается вдоль направляющих 3 гидравлическим приводом, преодолевающим силы трения, с помощью собачки 2. Блок цилиндров 4 гидравлического привода расположен в балке-толкателе 5. На позиции I (лист 189, рис. 3) с каждой стороны транспортирующего устройства размещено по четыре контактных машины 2, имеющих механизм поперечного возвратно-поступательного перемещения. На общем виде такого контактного передвижного агрегата (лист 190, рис. 6) показан механизм 1 поперечного перемещения контактной машины 2 по направляющим 3 с двумя сварочными головками 4. Этот механизм осуществляет выдвигание электродов 5 на линию точечного шва и отвод их в исходное положение. Продольная подача боковой стенки совершается по программе, учитывающей расположение точечных машин и топографию размещения точек. Балка-толкатель 4 (лист 190, рис. 4, б), перемещаясь в направляющих, упирается подпружиненной собачкой 2 в промежуточную стойку 3 боковой стенки 1 и продвигает ее в процессе сварки и при передаче с позиции I на позицию II. Движение балки-толкателя задается встроенным в нее блоком цилиндров 5, схематически показанным на рис. 4, а. Шток нижнего гидроцилиндра закреплен на основании неподвижно.

При подаче масла в полости A и A₁ блок цилиндров, а также шток верхнего гидроцилиндра будут двигаться влево. Их общий ход равен сумме ходов верхнего и нижнего гидроцилиндров и составляет 8750 мм. При подаче масла в полости B и B₁ цилиндры вместе с балкой-толкателем возвращаются в исходное положение, а собачка толкателя поворачивается вокруг своей оси и проходит под изделием.

Работа на позиции I (лист 189, рис. 3) происходит следующим образом. Толкатель со скоростью 100 мм/с совершает холостой ход на 270 мм, подавая боковую стенку 7 в зону сварки. После выхода сварочных агрегатов на линию точек верхней и нижней обвязки производится сварка с автоматической шаговой подачей на расстояния, кратные шагу точек, а также на расстояния, необходимые для перехода электродов через промежуточные стойки. Суммарный рабочий ход на 3410 мм дополняется быстрым перемещением боковой стенки со скоростью 300 мм/с на 5340 мм. Затем толкатель со скоростью 600 мм/с возвращается в исходное положение и ходом на 8750 мм продвигает боковую стенку в направляющие транспортирующего устройства позиции II.

На позиции II восемь двухэлектродных контактных машин 3 расположены с трех сторон боковой стенки 4. Транспортирующее устройство имеет три тележки, перемещающиеся в поперечном направлении. Эти тележки кинематически связаны с уравнительным механизмом, исключающим возможность перекоса боковой стенки при ее поперечной подаче. Движение тележек в прямом и обратном направлениях осуществляется по программе с помощью гидроцилиндров. Поступившая с позиции I стенка подается в поперечном направлении в зону сварки на 1920 мм со скоростью 300 мм/с. В процессе выполнения точечных швов транспортирующее устройство обеспечивает автоматическую шаговую подачу на длине 1540 мм в прямом, а затем в обратном направлении. Для исключения смещения точечного шва от номинального положения у точечных машин, приваривающих поперечные стойки, предусмотрено пневматическое устройство, поворачивающее каждую машину на ее опоре для автоматического направления электродов по ряду точек. После завершения сварки изделие возвращается в исходное положение и передается на поточную линию доделочных операций и технического контроля.

КОРПУСА СУДОВ

Узлы корпуса (лист 191).

Корпуса судов выпускают исключительно в цельносварном исполнении. Корпус (рис. 1) имеет наружную обшивку 1, верхнюю 5 и нижнюю 10 палубы, продольные 9 и поперечные 7 перегородки, выполненные из листовых элементов и соединенные герметичными швами. Общая и местная жесткость обеспечивается приваркой различных прокатных и сварных балочных элементов: флор 8, шпангоутов 3, бортовых стрингеров 2, бимсов 4, вертикального кия 6.

Большое число пересекающихся элементов, в особенности в сочетании с требованием прочности и герметичности их сочленений, вызывает необходимость определенного конструктивного оформления соединений и узлов (рис. 2 ... 5). Так, например, соединения продольных и поперечных балок (при отсутствии требования непроницаемости) рекомендуется выполнять с помощью нахлесточных заделок (рис. 4). Использование такого конструктивного оформления соединения обеспечивает необходимый уровень работоспособности конструкции при действии переменных эксплуатационных нагрузок, способствуя одновременно значительному снижению трудоемкости сборочно-сварочных работ.

В основе существующих методов постройки судов лежит предварительное изготовление частей корпуса судна в виде сборочных элементов, секций и блоков. Разбивку корпуса на элементы, секции и блоки производят в зависимости от конструкции с учетом выполнения возможно большего объема сборочно-сварочных работ в условиях цеха при их максимальной механизации, а также с учетом грузоподъемности кранов и транспортных средств и особенностей приемов сборки на стапеле.

Увеличение размеров судов, упрощение формы обводов и унификация однотипных конструкций способствовали широкому использованию модульного метода постройки судов. Сущность модульного метода — комплектование разнообразных сложных нестандартных изделий из первичных общих элементов (модулей) небольшого, экономически обоснованного числа типов и типоразмеров. Такой подход особенно характерен для крупнотоннажных танкеров. Он позволяет разбить корпус на плоские секции, суммарная масса которых достигает 80 ... 85 % общей массы корпуса. При этом появляется возможность каждый модуль изготавливать на соответствующей позиции той или иной поточной линии, а судно не строить, а собирать на предпусковой позиции.

Высокая степень унификации достигнута, например, в судах типа "Борис Бутoma" дедвейтом 100 000 т, средняя часть которых собирается из конструктивных модуль-блоков (КМБ) и модуль-секций (КМС), как показано на рис. 7 листа 191 и рис. 3 листа 192. В связи с тем, что масса такого модуль-блока превышает грузоподъемность существующего кранового оборудования, он, в свою очередь, разбит на несколько типовых конструкций, изготавливаемых в сборочно-сварочном цехе или на преддоковой площадке. Положительный опыт создания судов этого типа нашел дальнейшее развитие при создании танкеров типа "Победа" дедвейтом 65 000 т, средняя часть которых также разбита на блоки, представляющие собой отсек судна полного поперечного сечения (рис. 6).

Модульные конструкции судов (лист 192)

Схемы выделения конструктивных модулей (КМ) в составе корпусов судов, простых по техническому решению, представлены на рис. 2, а, б, в. Все танкеры (рис. 2,а) представляют собой гладкопалубные суда без погиби и седловатости палубы с двойным дном и двумя плоскими продольными переборками (рис. 3). Изменение геометрических характеристик танкеров при переходе от типоразмеров КФМ1 к типоразмерам КФМП ... КФМУ наглядно показано на рис. 4. Все нефтерудовозы (рис. 1 и 2,б) по архитектурно-конструктивному типу аналогичны танкерам. Конструкции бортовых танков и днищевых секций танкеров и нефтерудовозов отличаются только толщинами листов и номерами профилей набора.

Базовые элементы и схемы их сборки (лист 193). Пример разбивки средней части 1 корпуса судна на блоки 2 и секции 3, 4, 5, б с характерными размерами L , ΔL , B , B_c , H , H_c представлен на рис. 1. Здесь же показаны монтажный стык между блоками и места соединения секций (цифрами в кружках). При изготовлении предусматривается процесс объединения плоских секций 7 ... 8 (рис. 2) в укрупненные секции 9, 10, 11 с последующей их сборкой в пространственный блок.

Большинство сборочных элементов состоит из простых листовых деталей или из прокатных и составных балок, имеющих обычно сечение тавра. При этом используют листовой прокат из низколегированных сталей с пределом текучести 300 ... 350 МПа с размерами листов 3200 x 12000 мм, гофрированные листы для выгородок и симметричный полособульбовый профиль, предварительно разрезаемый на две части с помощью газорезательных машин.

При изготовлении плоских секций обычно используют способ раздельной сборки и сварки продольного и поперечного набора (рис. 3), позволяющий увеличить объем сварки, выполняемый автоматами. На листовый элемент 1 устанавливают и приваривают автоматами балки 2 набора главного направления. Полученные секции 3 собирают в панель 4. Затем на эту панель устанавливают предварительно собранные и сваренные из стенки 5 и полки 6 элементы другого направления и приваривают к полотнищу полуавтоматами, а соединения наборов разных направлений между собой выполняют полуавтоматами в последнюю очередь. При этом вертикальные швы пересекающихся элементов наборов в поточных линиях сваривают специальными четырехголовочными установками в CO_2 или с использованием гравитационной сварки удлиненными электродами.

Линии изготовления плоских секций (лист 194)

Для сборки и сварки листовых полотнищ нередко используют несложные поточные линии (рис. 3). Очередной лист с позиции 2 листоукладчиком 1 подают на сборочную позицию 3 поточной линии, где его на прихватках присоединяют к ранее собранной части полотнища. Одновременно собранный до этого стык подвергается сварке под флюсом на портальной установке 4. Затем опирающееся на ролики 6 полотнище транспортным устройством 5 перемещают на шаг, и цикл повторяется. Траверса 7 с захватами служит для съема сваренного полотнища с помощью крана.

Огромный объем работ по изготовлению полотнищ и плоских секций заставляет использовать комплексно-механизированные линии с универсальным оборудованием, обеспечивающим выпуск изделий широкого диапазона и типоразмеров.

Характерный пример такой линии показан на рис. 1. Наличие большого числа неприводных роликов, во-первых, создает опорную поверхность для укладки собираемых и свариваемых элементов, а во-вторых, облегчает их передачу с одной позиции на другую. На позиции I листы из пакета по одному крапом 1 подаются на место сборки 2, оборудованное плоской подкладкой, по обе стороны которой располагаются магниты для прижатия кромок в вертикальном направлении. Кроме того, предусмотрены прижимы в плоскости листов для выравнивания стыка в продольном направлении. После прихватки очередного стыка полотнище сдвигают на ширину очередного листа, продолжая формировать его методом последовательного наращивания. Затем приводные каретки 3, перемещающиеся по направляющим вдоль одной стороны линии, захватывают кромку собранного полотнища и транспортируют его на позицию II сварки. Самоходный портал 4, перемещаясь по рельсам вдоль линии, выводит сварочную головку 5 на стык и обеспечивает ее переход с одного стыка на другой. Вдоль стыка головка движется по направляющим портала.

После сварки полотнище под флюсом с одной стороны его транспортируют на позицию III для переворота на 180°. При кантовке кран 7 поднимает одну кромку полотнища, а противоположную кромку передвигают в горизонтальном направлении специальные упоры 6, движущиеся по направляющим. Перевернутое полотнище возвращают на позицию II для сварки с обратной стороны, а затем транспортируют на позицию V для термической обрезки кромок. Резку осуществляют одновременно с двух сторон полотнища в направлении вдоль линии при движении портала 8 по рельсам. В случае необходимости обрезки другой пары кромок полотнище транспортируют в обратном направлении на позицию IV, где его приподнимают и поворачивают на 90° вокруг вертикальной оси, а затем возвращают на позицию V.

Готовое полотнище поступает на позицию VI для сборки с набором главного направления. Для этого на позиции VII элементы набора краном 14 по одному укладывают на цепи транспортирующего устройства, используемого в качестве магазина. При выходе с транспортирующего устройства 13 ребро элемента набора переводится из горизонтального положения в вертикальное и с помощью специальной транспортирующей тележки 12 подается поперек основной линии ниже направляющих неподвижного сварочного портала 10. Затем элемент набора опускается на поверхность ранее поданного полотнища, прижимается к нему во многих местах прижимами балки портала и сваривается одновременно двумя угловыми швами наклонными электродами двух сварочных головок 9, перемещающихся по направляющим портала. Точное расположение первого элемента набора и шаг между элементами задается автоматически соответствующей настройкой устройства, транспортирующего полотнище.

Готовая плоская секция выдается на позицию VIII, где ее приподнимают над поверхностью опорных роликов гидравлическими подъемниками 11, расположенными по обеим сторонам линии, и опускают на многоосную тележку 15 для транспортирования к месту дальнейшей сборки.

На японских верфях используют иную технологию изготовления плоских секций. Как видно на схеме (рис. 2), сборку решетки набора осуществляют на позиции I, сваривая автоматами 1 угловые сочленения между элементами. Одновременно на позиции III собирают полотнище, выполняя стыковые соединения односторонней сваркой на медной подкладке. Сборка секции завершается на позиции II установкой решетки набора на полотнище с последующей приваркой ее методом гравитационной сварки на позиции IV.

В судостроении имеются примеры успешного применения роботов для дуговой сварки. Так, при использовании робота "Apprentice" фирмы "Unimation" оператор вручную проводит руку робота по траектории сварки, программное устройство запоминает этот путь и затем, после снятия головки обучения, робот производит сварку по заданной программе. Особенностью робота является то, что скорость движения руки при его обучении не зависит от скорости сварки. Проведенные в Ленинградском кораблестроительном институте исследования показали эффективность использования такого робота при сварке ячеистых корпусных конструкций. Другим примером является разработанная и применяемая на судоверфи фирмы "Mitsubishi" транспортная система с роботом для приварки продольного и поперечного набора к полотнищам плоских секций. Робот пригоден для одновременного управления десятью сварочными аппаратами, каждый из которых выполняет горизонтальные угловые швы по периметру ячейки, образуемой набором.

Сборка и сварка объемных секций (лист 195).

Для сборки секций (рис. 1) с погибью используют постели (рис. 2), образуемые набором лекал, закрепленных на жестком основании и воспроизводящих обводы изготавливаемой секции. Рабочую кромку лекал делают в виде гребенки, в местах сварных швов предусматривают вырезы. Листы обшивки собирают с минимальными зазорами, прихватывают друг к другу и крепят к лекалам постели. Сварку стыков выполняют на весу автоматами под флюсом. Затем производят сборку и приварку набора, элементов жесткости, устанавливают и приваривают полотнище второго дна, сваренное отдельно. Для удобства выполнения швов автоматической сваркой под флюсом постели иногда снабжают флюсовыми подушками, а также делают их наклоняющимися или поворотными. После завершения сварки секции обшивку освобождают от закреплений, секцию снимают с постели. Если сварка секции производится без поворота постели, то секцию кантуют, огневой строжкой зачищают корни стыковых швов обшивки и производят их подварку.

Так как стоимость специальных постелей, обеспечивающих изготовление секции только определенного типоразмера, велика, широкое распространение получили разборные универсальные постели. Разборные постели (рис.3) для секций разных размеров и форм собирают из типовых элементов. Предварительная настройка на требуемую кривизну днища производится перестановкой боковых подле-кальников 2 и поворотом секций 3 на необходимый угол. После, Э.ГОГО по плазовым таблицам осуществляют настройку телескопических регулируемых стоек 1.

Кантовку корпусных секций для подварки корней стыковых швов можно осуществлять с помощью двух мостовых кранов 1, 2 (рис.4,а) и четырех тумб 3 с блоками 4. Из исходного положения секцию 5 одновременно двумя кранами сначала поднимают на небольшую высоту, затем путем подъема и продольного

перемещения стропов *б* (рис. 4, *б*) переводят в положение I (рис. 4, *в*), близкое к "мертвому" положению I' и, отпуская стропы 7, переводят в устойчивое положение II. В этом положении стропы 7 снимают с нижних блоков и, перемещая их, поднимают секцию из положения II' в положение III (рис. 4, *г*), а затем плавно опускают (рис. 4, *д*) в требуемое положение (рис. 4, *е*). Расположение тумб 3 и кранов 1, 2 в плане показано на рис. 4, *ж*.

Сборка судов из модулей (лист 196) .

При использовании модульного принципа сборку конструктивных модулей из днищевых, бортовых и палубных секций и секций переборок ведут в комплексно-механизированных цехах, оснащенных устройствами для установки секций в требуемое положение. На рис. 1 показана такая универсальная линия, позволяющая собирать и сваривать конструктивные модули танкеров, универсальных судов, рудовозов и т. д. Линия состоит из семи рабочих позиций (I...VII).

Сборку на стапеле осуществляют из крупных блоков, представляющих собой часть корпуса от киля до палубы. Схема организации работ при использовании такого метода показана на рис. 2. Корпус каждого блока формируют на предстапельном участке из секций, подаваемых из сборочно-сварочного цеха. Днищевые секции устанавливают на поперечные балки. При этом средняя часть с колеей для транспортных и монтажных тележек остается свободной. Центровку и стыковку днищевых секций производят с помощью монтажных тележек. По окончании формирования блоков проводят испытания отсеков на непроницаемость .

С горизонтальной подстапельной площадки готовые блоки с помощью двух транспортных тележек перемещают на трансбордер, который перемещается по трансбордерной горке. После совмещения рельсовых путей трансбордера и наклонного стапеля блок на транспортных тележках спускают по наклонному стапелю до места установки. Под концы судовых балок блока подводят центрирующие устройства, расположенные на спусковых дорожках стапеля, блок снимают с транспортных тележек и возвращают их на предстапельную площадку для перевозки очередного блока.

В настоящее время основным типом достроечного места для крупнотоннажных танкеров становятся сухие доки. До зарубежным данным, строительство сухих доков обходится на 40 ... 50 % дороже, чем продольных стапелей, но эти затраты окупаются преимуществами постройки судов.

Характерные схемы постройки танкеров в доке показаны на рис. 3. Первая схема (рис. 3, *а*) наряду с основным корпусом предусматривает закладку и формирование кормовой оконечности последующего судна. При такой схеме требуется, чтобы к моменту вывода готового корпуса кормовая часть имела плавучесть и была дифферентована, что вызывает определенные трудности. При второй схеме (рис. 3, *б*) вывод готовых судов в противоположных направлениях и изменение расположения водонепроницаемого затвора устраняет необходимость в передвижении носовой оконечности. Третья схема (рис. 3, *в*) является трехпозиционной, что обеспечивает расширение фронта работ благодаря тому, что формирование, насыщение и все монтажно-достроечные работы а наиболее трудоемкой кормовой части танкера производят последовательно на всех трех позициях.

По мере развития модульных принципов они все в большей степени оказывают влияние на технологическое оснащение доков. Весьма интересна поворотной-скользящая система ROTAS японской фирмы "Mitsui" (рис. 5). Сборка модулей проводится в цехе 5, там же выполняют автоматическую сварку вертикальных соединений. С помощью самоходных платформ модуль подают в кантователь 4, где производится сварка всех соединений. Затем модуль подают на поворотный круг 3 и после изменения направления его движения на 90° — на опускное поворотное устройство 2 для подачи модуля в док. Далее модуль устанавливается на специальную транспортную платформу 1 и перемещается в док до места установки в проектное положение.

Более простая отечественная схема транспортирования модулей в док показана на рис. 6. С помощью транспортной платформы 5 вдоль направляющих 4 модуль 1 подают к доку и с поворотом на 90° по направляющим 2 транспортным устройством 3 направляют его на место установки.

Применительно к постройке танкеров типа "Победа" на рис. 4 приведена разбивка корпуса на строительные районы I ... V, блоки и секции, учитывающая технологию формирования судна в доке. На "нулевой" позиции (рис. 7) предусматривается формирование кормовой части судна, включающей в себя блоки 1, 2, 3 с последующей ее передвижкой на первую позицию для окончания формирования корпуса двуостровным методом.

АВТОМОБИЛИ

Кузова и кабины автомобилей, как правило, выпускают в условиях крупносерийного и массового производства.

Кузов легкового автомобиля (листы 197,198).

Штампованные тонколистовые детали подаются системой толкающих конвейеров к автоматическим линиям сборки — сварки основных узлов (лист 197, рис. 1,а ...г) кузова (рис. 1, *д*): пола, боковин и крыши. Эти линии представляют собой сложный комплекс многоточечных сварочных машин и средств механизации, работающих в едином цикле. Многоточечные машины этих линий подразделяются на несколько типов, наиболее характерные из них описаны ниже.

В машинах типа "открытый стол" (рис. 3, *а*) свариваемые узлы устанавливаются на неподвижный стол 1, а сварочные пистолеты и клещи закреплены на откидывающихся кронштейнах б и 2, которые подводятся к свариваемым узлам с помощью гидравлических цилиндров 5 и 4. Для съема узлов со стола машины и пода-

чи их на конвейер линии машины оснащены гидравлическими подъемниками 3. Подъемники имеют телескопические цилиндры, так как высота подъема деталей достигает 1,3 м.

Машины с подвижным нижним столом (рис. 3,6) используют для сварки крупногабаритных узлов. Свариваемые узлы укладывают на подвижный стол 2 машины, сварочные пистолеты закреплены неподвижно на верхней плите 1. Подъем и фиксация стола осуществляются с помощью двух гидроцилиндров 3 и одного пневмоцилиндра 5, который управляет движением рычагов 4. При нахождении стола в верхнем рабочем положении рычаги устанавливаются в "мертвое" положение и воспринимают усилия как от силы тяжести стола, так и от давления электродов сварочных пистолетов. Пневмоцилиндр 5 одновременно служит как для вывода рычагов из "мертвого" положения, так и для амортизации при опускании стола.

На рис. 2 схематически показаны линии сборки и сварки боковых стенок кузовов автомобилей ВАЗ. В начале линии оператор укладывает элементы каркаса и обшивку на стол многоточечной машины типа "открытый стол" по фиксаторам. Выполненные на этой машине сварные точки обеспечивают жесткость собранного узла и надежную фиксацию деталей относительно друг друга. После сварки гидроподъемник машины поднимает узел до уровня расположения транспортирующего устройства, которое захватывает его и передает на следующие позиции линии, на которых сварка остальных точек выполняется автоматически без участия оператора. Сваренные боковины поступают в конец линии на механизмы перегрузки 1, где они из горизонтального положения переводятся в вертикальное и подаются на напольный конвейер 2. Рядом с напольным конвейером расположены накопители 3 для хранения готовых боковин. Подача с напольного конвейера в накопители и обратно происходит автоматически.

Общую сборку и сварку кузова автомобиля из готовых узлов осуществляют или на одном рабочем месте в главном кондукторе, или на нескольких рабочих местах методом последовательного укрупнения.

На ВАЗе используют первый прием, причем подаче готовых узлов в главный кондуктор предшествует их комплектация в одной подвеске толкающего подвешного конвейера. Для этого сваренные боковины кузова (правая и левая) подаются к месту комплектации 4 напольным конвейером. С противоположной стороны к месту комплектации поступает и крыша кузова. Комплектация осуществляется с помощью опускной секции подвешного конвейера 5.

Навеску проводят путем опускания секции 2 (рис. 4) несущего пути подвешного конвейера вместе с подвеской 1 так, чтобы крюки 5 рычагов 3 оказались на уровне проемов окон боковин, подаваемых напольным конвейером. Крыша подается центрально и подхватывается крюками. Скомпонованная таким образом "виноградная гроздь" подъемом секции 2 перемещается вверх, захватывается выступом тяговой цепи толкающего конвейера и автоматически направляется к месту установки последнего узла компоновки — настила пола, располагаемого в подвеске на опорах 6, а затем отправляется на склад.

Со склада подвески "виноградные грозди" системой автоматического адресования подаются к главному сборочному кондуктору (рис. 5) челночного типа, включающего многоточечную сварочную машину J, шесть подвешных сварочных машин 3 и две связанные между собой кондукторные тележки 1 и 4. Подвеску 2 с узлами кузова опускают на приемную тележку, узлы снимают, устанавливают в кондуктор тележки и фиксируют прижимами. Затем тележку подают в многоточечную машину 5. Здесь узлы окончательно фиксируются зажимными устройствами и свариваются снизу электродами многоточечной машины. Остальные точки сваривают с помощью подвешных сварочных машин. В это время вторая тележка находится на другой позиции, где ранее собранный кузов захватывается рычагами подвески. Опуская секция толкающего конвейера 6 поднимается, и подвеска с кузовом отправляется на линию окончательной сварки.

Автоматические линии, оснащенные многоточечными контактными машинами, как правило, предназначены для выпуска кузовов автомобиля определенной марки, и переход на изготовление кузовов автомобиля другой модификации требует значительной перестройки оборудования.

Для прихватки и сварки кузовов все шире используют роботы (лист 198, рис. 6), имеющие клещи для контактной точечной сварки.

Использование роботов (рис. 7) вместо многоэлектродных машин делает производство более гибким, т.е. позволяет переходить от изготовления кузова одной модификации к изготовлению кузова другой модификации путем простой смены программы у роботов, обслуживающих отдельные рабочие места.

Кабина грузового автомобиля (листы 199,200).

Приемы изготовления кабин грузовых автомобилей подобны приемам изготовления кузовов легковых автомобилей. На рис. 1 (лист 199) показана автоматическая линия сборки и сварки настила кабины грузового автомобиля ЗИЛ, обеспечивающая сборку и сварку одного изделия за 55 с. Работа этой линии осуществляется следующим образом. Два оператора укладывают детали каркаса на приемное устройство многопозиционного пресса 9 рельефной сварки. Сваренный каркас выдается шаговым устройством и с помощью механической руки 10 перекалывается на очередную тележку-спутник 8, когда она находится на платформе гидроподъемника 3 в нижнем положении. Другие два оператора снимают панель пола с подвешного конвейера, укладывают ее на приемное устройство многопозиционного клепального станка 1 и вставляют в отверстия панели 32 резьбовые втулки. Панель с втулками подается в станок, в котором за один рабочий ход развальцовываются все резьбовые втулки. Затем панель пола шаговым устройством выдается из станка, захватывается механической рукой 2 и укладывается на ту же тележку-спутник, на котором ранее был установлен каркас пола.

Укладка панели пола механической рукой 2 осуществляется в тот момент, когда тележка-спутник находится на платформе подъемника 3 в верхнем положении. На следующей позиции 4 на эту тележку-спутник механической рукой 11 подается подставка сиденья, которая контактной сварочной установкой прихватывается в двух точках. Затем полностью собранный узел вместе с тележкой-спутником шаговым конвейером последовательно подается на операции сварки на пяти контактных много-электродных машинах 5, сварива-

ется в 204 точках и попадает на платформу гидроподъемника б, находящуюся в верхнем положении. Здесь сваренный пол кабины снимается с приспособления механической рукой 7 и передается на линию сборки кабины.

Сборку и сварку кабин грузового автомобиля ЗИЛ осуществляют методом последовательного наращивания. Поскольку трудоемкость сборочных операций выше, чем сварочных, то сборку кабин осуществляют в двух параллельных механизированных линиях I и II (рис. 2), а сварку — в одной автоматической линии IV.

В начале каждой сборочной линии два оператора снимают с подвесных конвейеров и устанавливают жесткое приспособление многоэлектродной машины 1 пол и передок кабины, фиксируя их по технологическим отверстиям с зажатием пневмоприжимами. После выполнения сварочной операции шаговый конвейер последовательно передает собранный узел на сборочные стенды 2, 3, 4 и 5 для установки каркасов боковин, каркаса задка и панели крыши. На каждой из этих позиций подъемные столы снимают узел с конвейера и фиксируют его по технологическим отверстиям, затем на узел устанавливают очередную сборочную единицу и прихватывают.

Поперечный конвейер III связывает параллельные линии сборки, и на загрузочную позицию б конвейера сварочной линии IV собранные кабины поступают попеременно или с линии I, или с линии II.

Поскольку линия сварки кабин имеет четыре контактные многоэлектродные машины 7 и работает автоматически, то надежность ее работы непосредственно зависит от точности подачи свариваемых кромок под электроды машины на каждой позиции. Суммарные отклонения, вызываемые ограниченной точностью позиционирования кабины, погрешностями изготовления ее элементов и их сборки в пространственный узел, оказываются настолько значительными, что требуется их компенсация. В рассматриваемой линии такая компенсация достигается использованием самоустанавливающихся сварочных пистолетов (рис. 3). Самоустановка обеспечивается возможностью поворота корпуса 2 сварочного пистолета вокруг оси 1, что позволяет подводить ограничительную планку 4 до упора в свариваемые кромки, если их отклонения от проектного положения не выходят за пределы сжатия пружины 3.

Работа на линии сварки кабины осуществляется следующим образом. Собранные на прихватках кабина поступает на первую сварочную машину, где фиксируется в рабочем положении с помощью подъемного устройства 7 (рис. 4). Сварочные пистолеты 4, закрепленные на траверсах 1, 6, 8 шарнирами 2 с пружинами 3, подводятся к свариваемым крокам до упоров 5. После выполнения сварочной операции кабина опускается на шаговый конвейер и передается на следующую позицию.

В дополнение к сварочному участку IV (см. рис. 2) описанной линии сборки и сварки кабин смонтирован участок V, оснащенный 14 роботами типа "Unimate". Эти роботы выполняют контактную сварку кабин в автоматическом цикле. Участок V может работать одновременно с участком IV.

Кабина автомобиля КамАЗ-5410 (рис. 5) сваривается на автоматической линии (лист 200, рис. 6) приблизительно в 520 точках. Линия рассчитана на сварку кабин двух типов: без спального места и со спальным местом. Переналадка линии на кабину другого типа осуществляется с пульта управления включением или отключением дополнительных групп фиксаторов, зажимов и сварочных электродов. Линия имеет 11 сварочных позиций из 13:9 позиций оснащены многоточечными сварочными машинами, а две позиции — подвесными сварочными машинами для подварки и исправления дефектов.

На позицию I опускаемыми секциями подвесного конвейера подаются пол и передок кабины и устанавливаются операторами на центровочные устройства сварочной машины и тележки. Передок подается на тележке к сварочной машине, блокируется с полом, фиксируется шестью зажимами, сваривается и подается на сварочную машину позиции II. На эту позицию опускаются две боковины и привариваются, затем узел подъемником подается на устройство, которое обеспечивает передачу свариваемых узлов от позиции II до позиции XIII. После доварки на позиции III узел подается на позицию IV, куда доставляется задок или без спального места — справа от линии, или со спальным местом — слева от линии. Узел сваривается и подается на позицию V доварки пропущенных точек. На позиции VI производится завальцовка и сварка нижней части, а на позиции VII — завальцовка и сварка верхней панели задка. На позиции VIII устанавливается крыша, которая подается с одной или другой стороны линии в зависимости от того, кабина какого типа собирается. Приварка крыши к кабине осуществляется на позициях VIII и IX. На позиции X кабина поворачивается на 90° в горизонтальной плоскости, а на позиции XI производится сварка. После доварки пропущенных и дефектных точек подвесными сварочными машинами на позиции XII собранные кабины на позиции XIII навешиваются на конвейер и направляются на участок комплектовки.

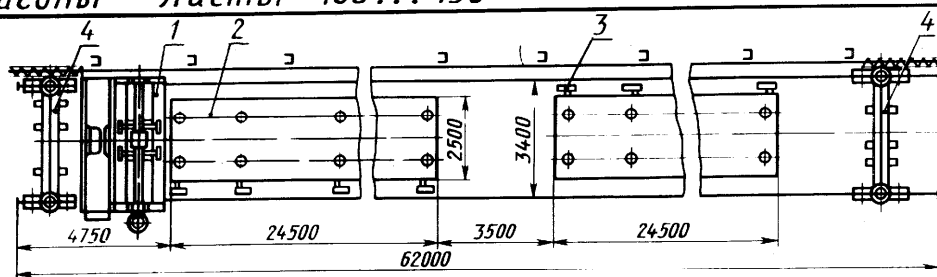
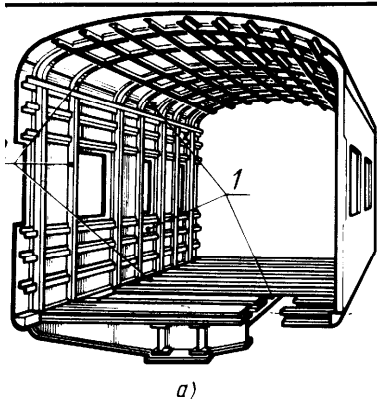


Рис. 2. Установка для совмещенной сборки и точечной контактной сварки крупногабаритных плоских конструкций

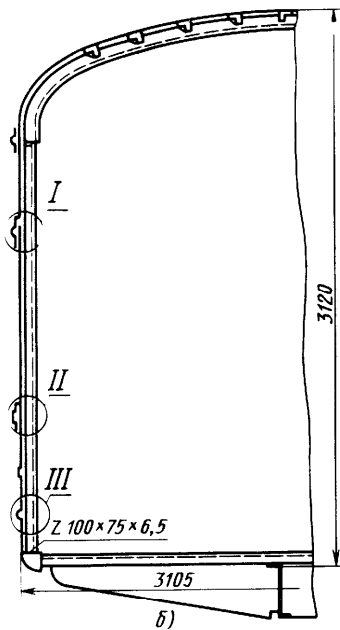


Рис. 1. Кузов цельнометаллического пассажирского вагона: а-общий вид; б-поперечное сечение

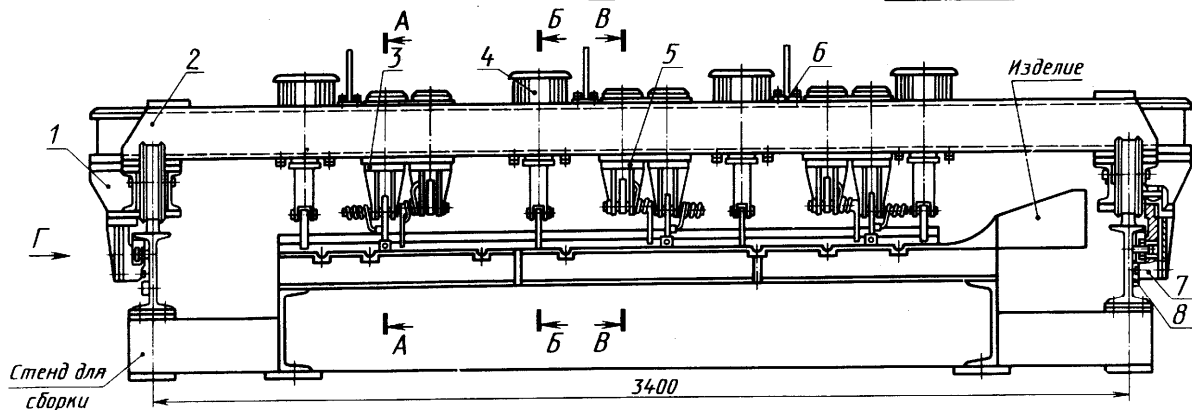
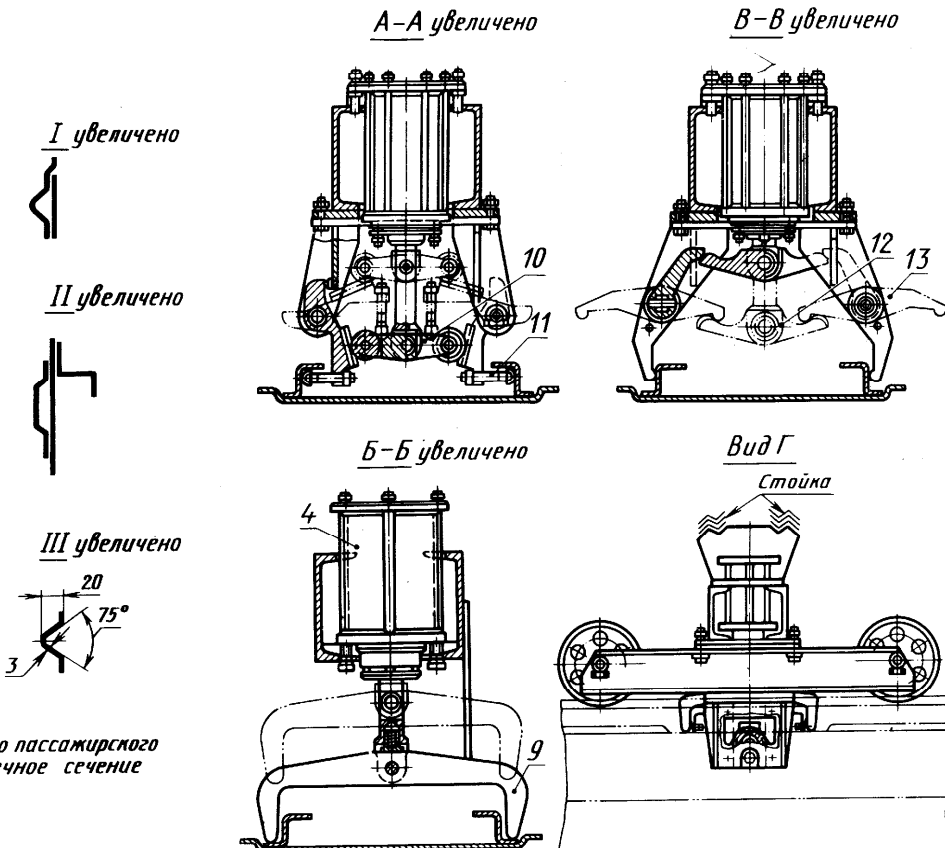


Рис. 3. Сборочный портал для фиксации и прижима элементов жесткости к плоской обшивке

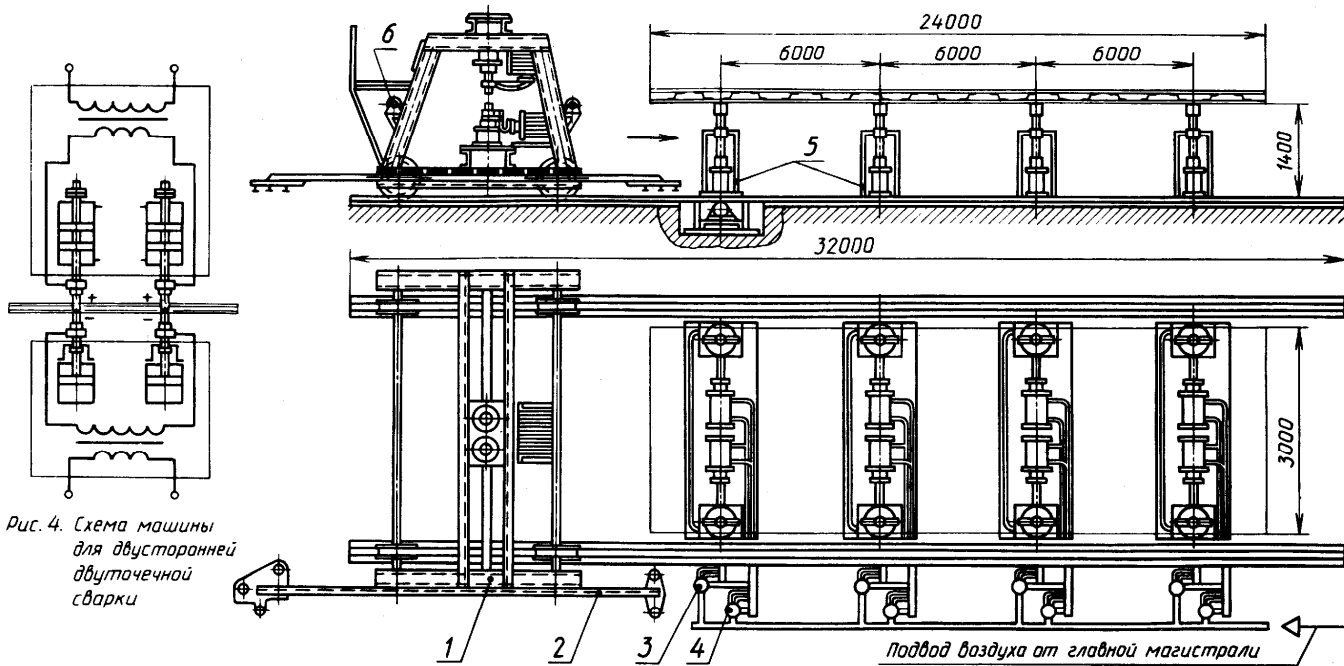


Рис. 4. Схема машины для двусторонней дугочечной сварки

Рис. 5. Установка для сварки настила пола вагона

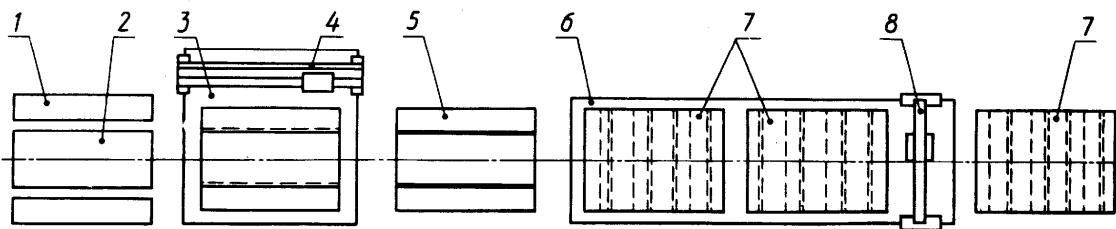


Рис. 6. Схема поточной линии сборки и сварки секций крыши электровагона



Рис. 7. Схема конструкции крыши

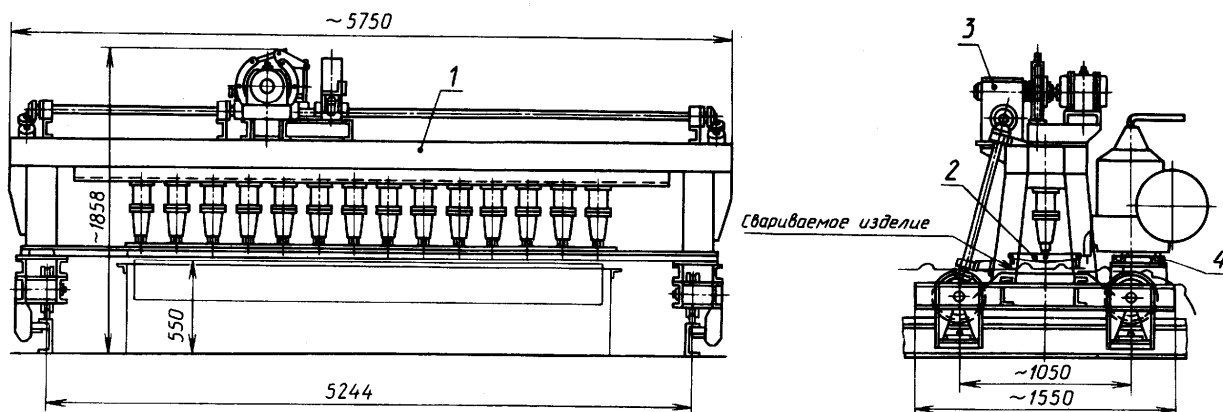


Рис. 8. Самоходный портал с прижимной траверсой для сварки прямолинейных швов

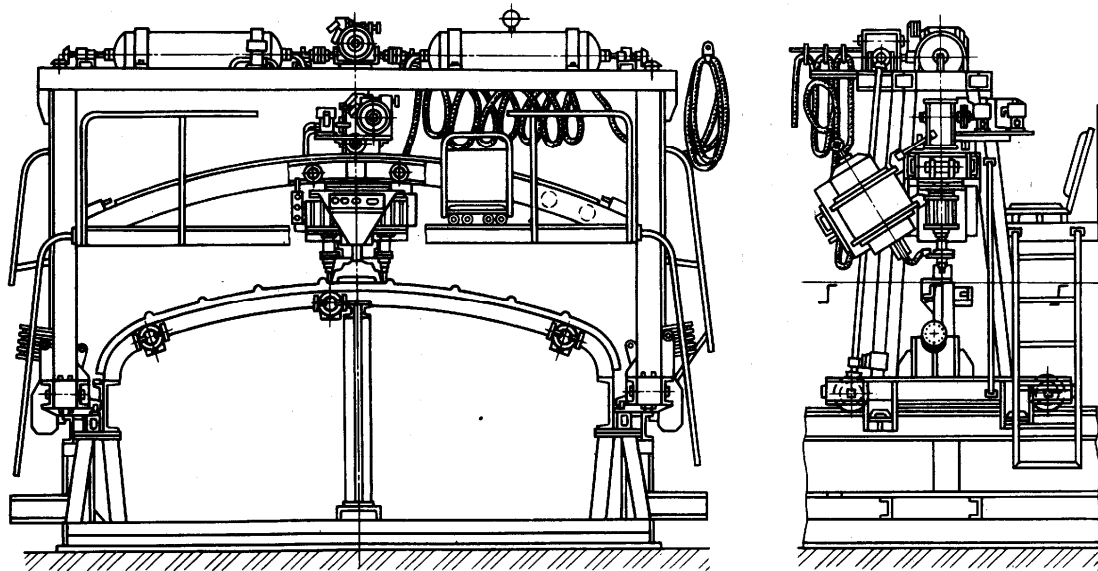


Рис. 9. Самоходная двухэлектродная контактная машина для сварки секции крыши

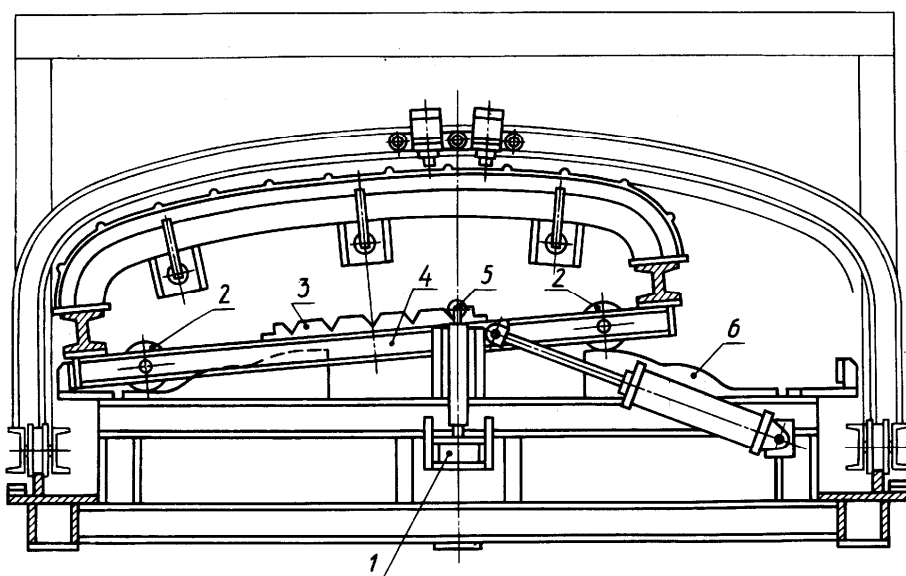
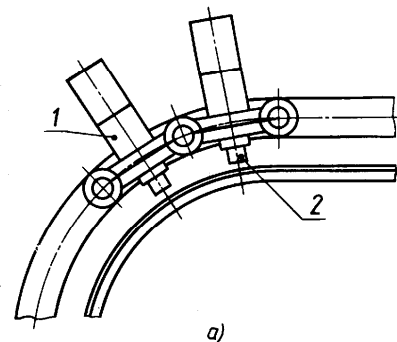


Рис. 10. Универсальный стенд для сварки секций крыш



а)

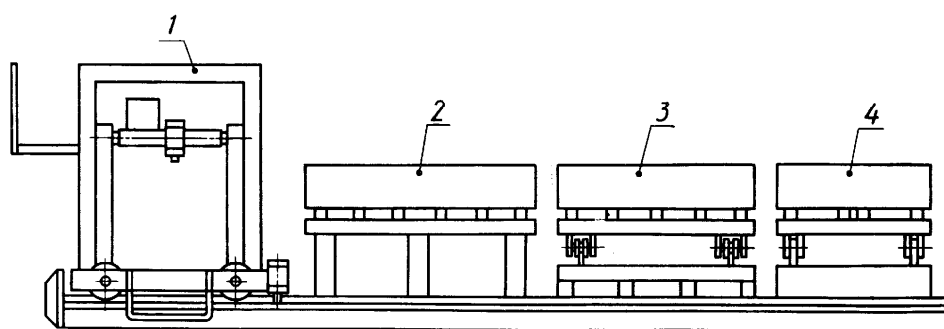
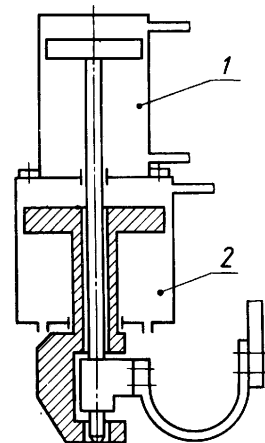


Рис. 11. Универсальный ступень для сборки и сварки секций крыш



б)

Рис. 12. Схема двухточечной машины для сварки криволинейных швов

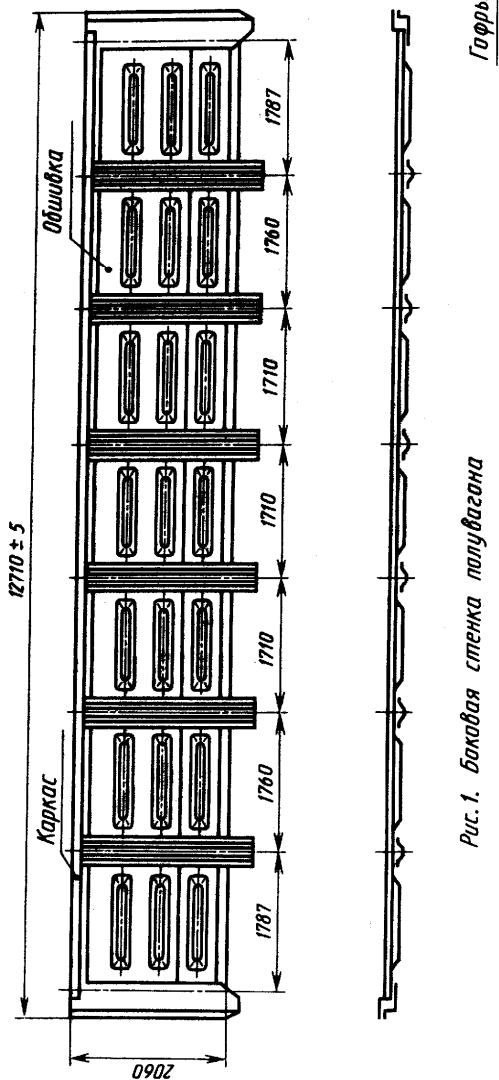


Рис. 1. Боковая стенка полувагона

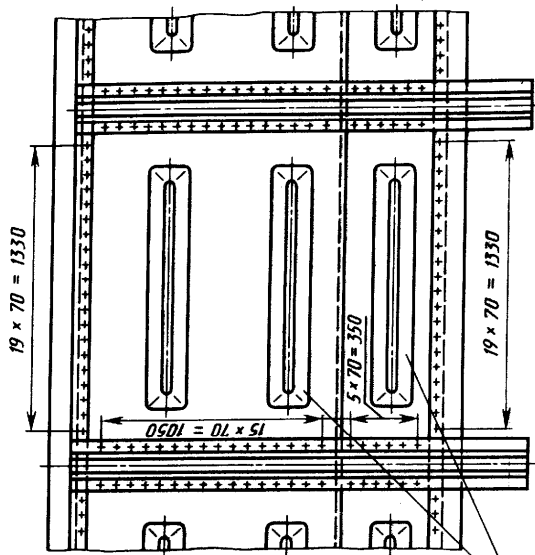


Рис. 2. Расположение сварных точек

Позиция I

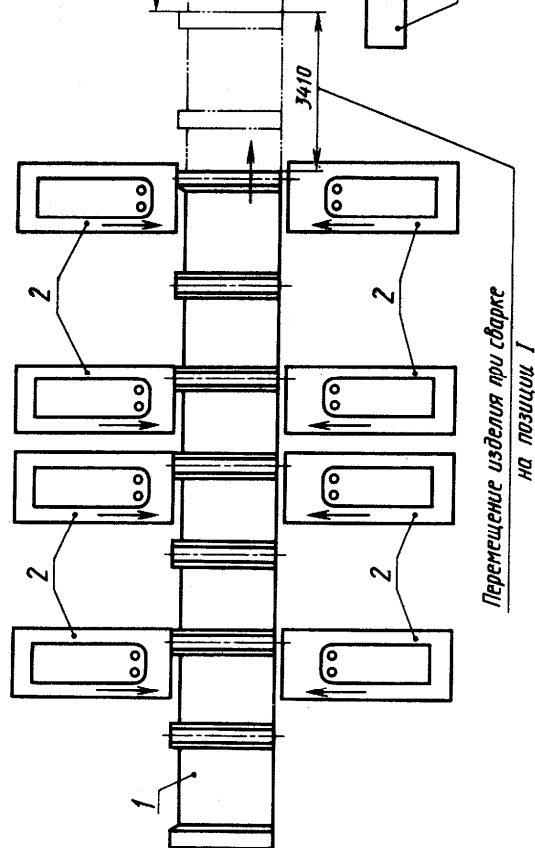
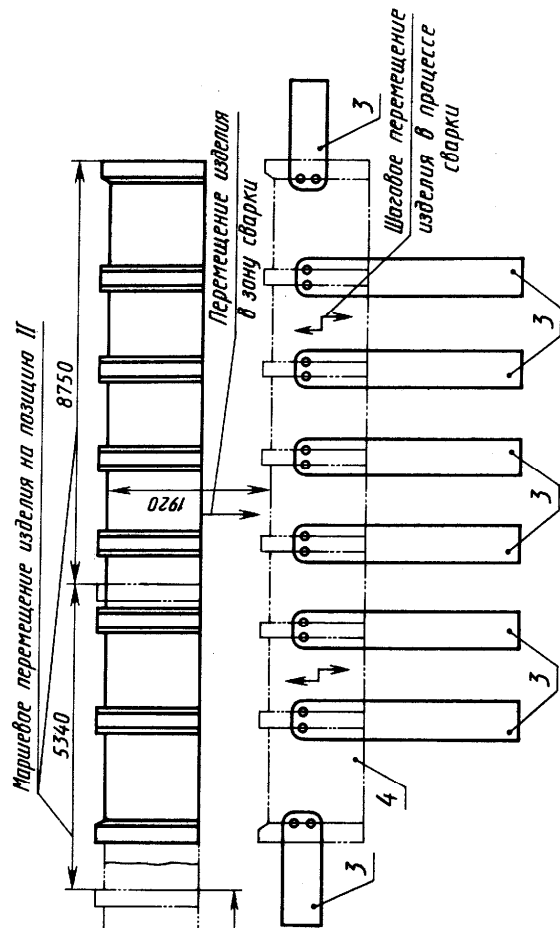


Рис. 3. Схема участка контактной сварки боковых стенок

Позиция II



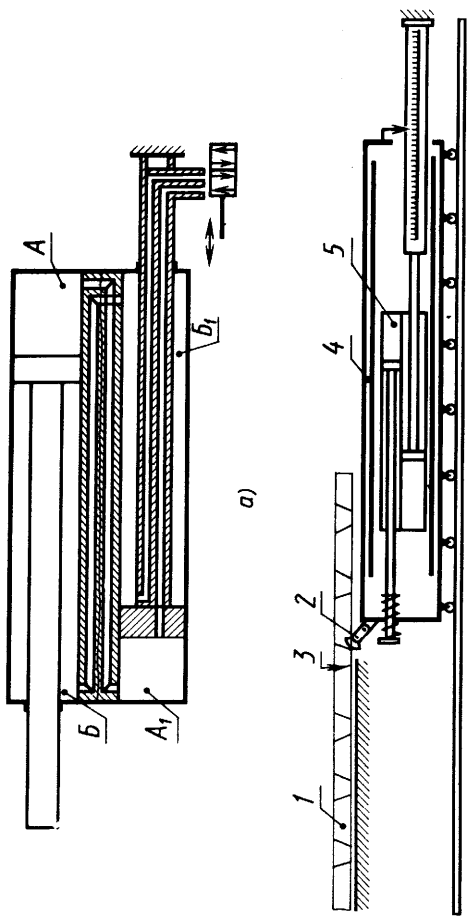


Рис. 4. Схема работы транспортирующего устройства

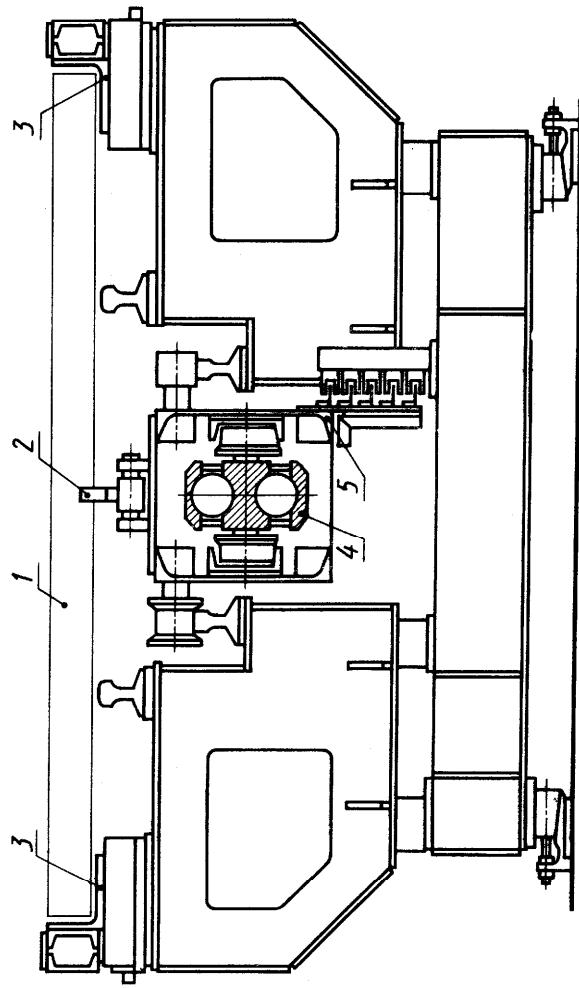


Рис. 5. Конструктивная схема транспортирующего устройства

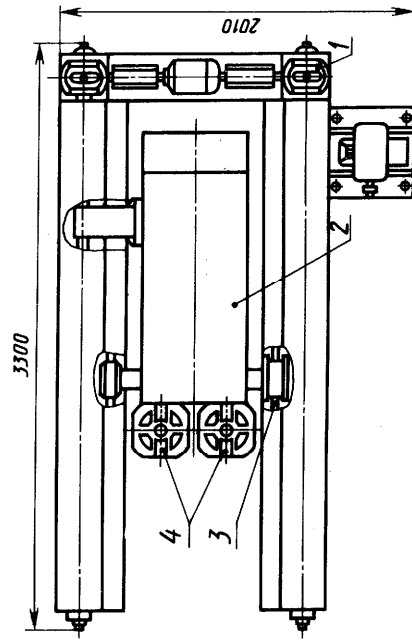
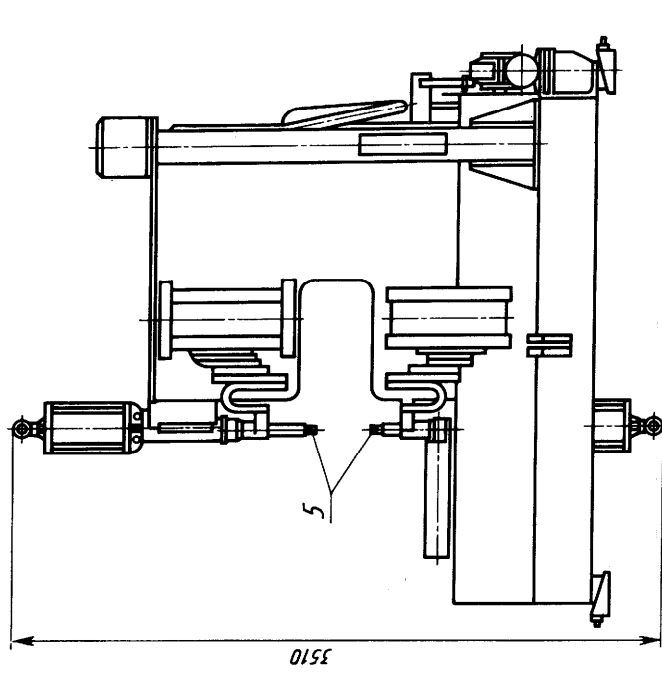


Рис. 6. Подвижный двухосный агрегат

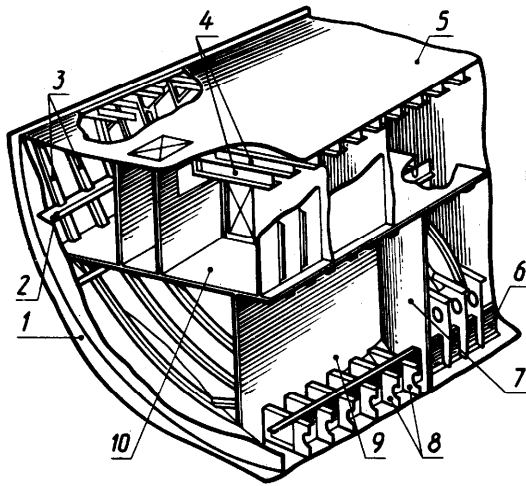


Рис. 1. Конструкция корпуса корабля

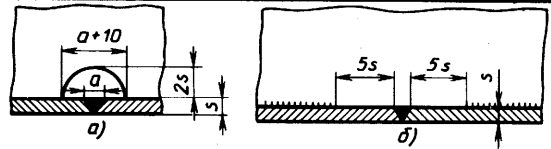


Рис. 2. Пересечение швов профилями:
а-вырезка отверстия; б-пропуск шва

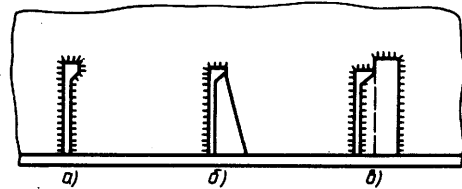


Рис. 3. Пропуск профилей через стенки балок:
а и б - в непроницаемых соединениях;
б - в проницаемых соединениях

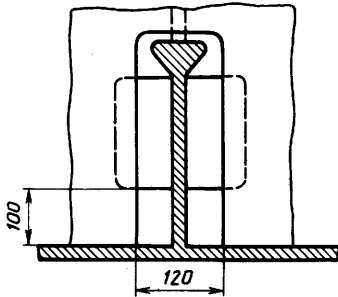


Рис. 4. Узел соединения продольных и поперечных балок с помощью накладочных заделок

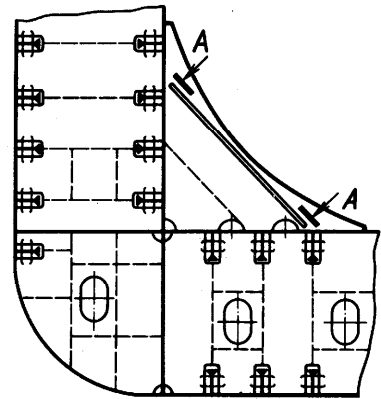
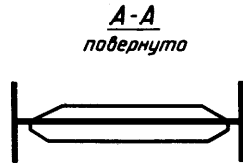


Рис. 5. Специальные подкрепления, повышающие несущую способность узла

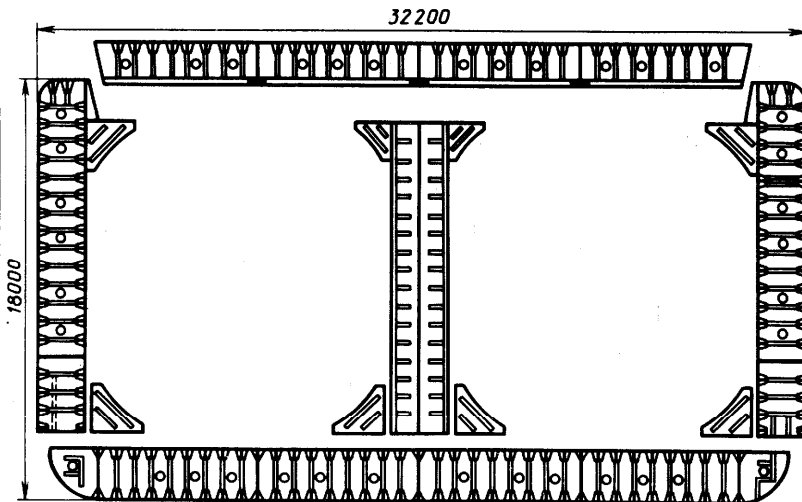


Рис. 6. Схема разбивки корпуса танкера типа „Победа“ на секции в районе грузовых танков

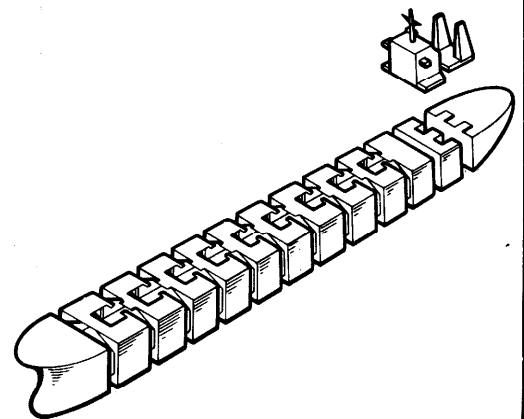


Рис. 7. Схема разбивки корпуса судна типа „Борис Бутoma“ на блоки

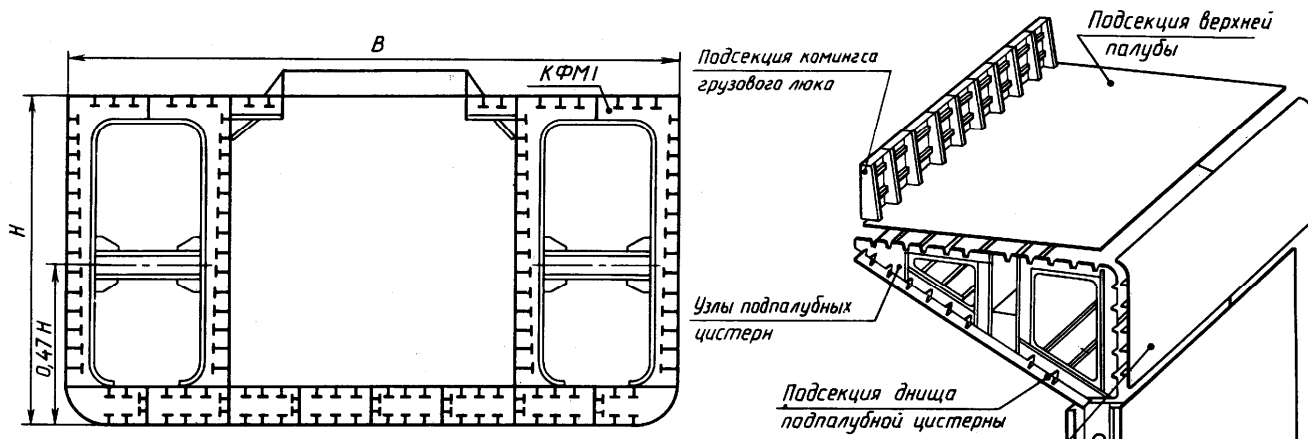


Рис. 1. Модульная конструкция нефтерудовоза

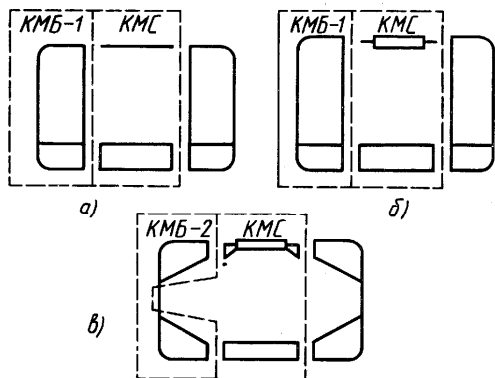


Рис. 2. Схема выделения КМ в составе корпуса судов простых технических решений: а-танкера; б-нефтерудовоза; в-нефтенавалочного судна

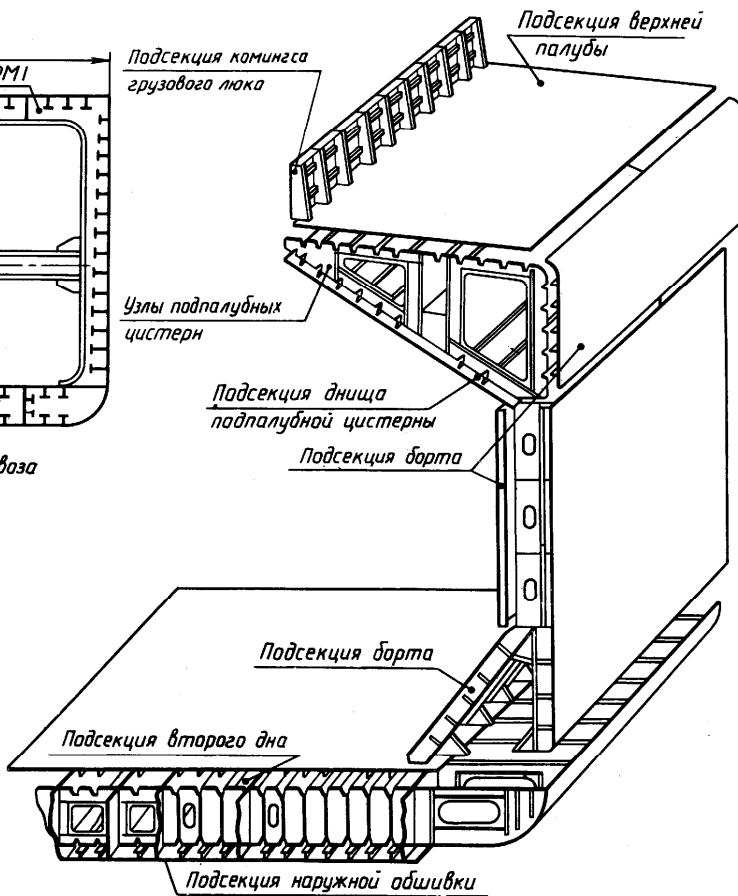


Рис. 3. Схема разбивки модуль-блока судна типа "Борис Бутана" на конструктивные модуль-секции

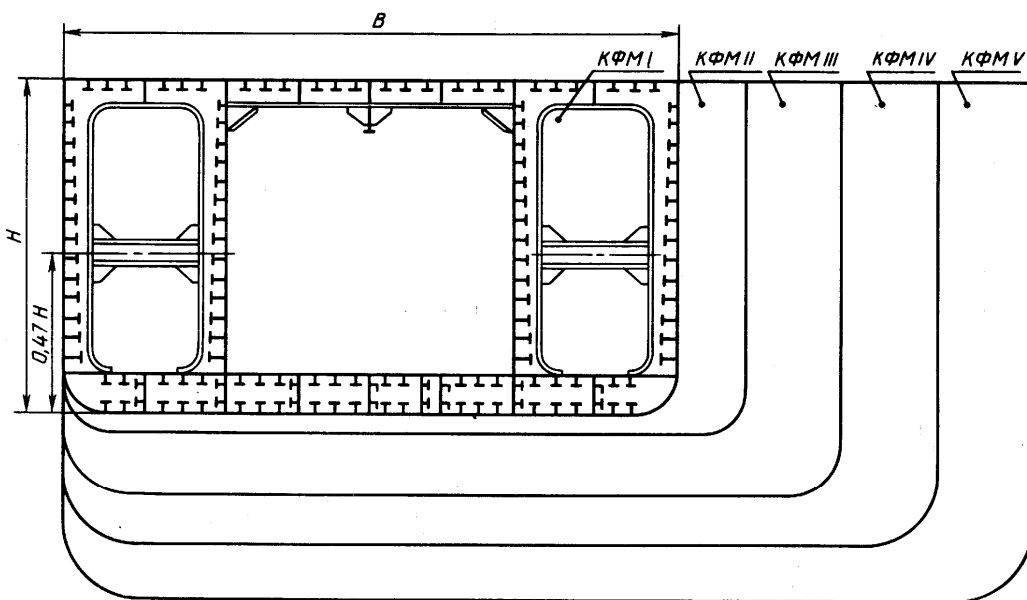


Рис. 4. Модульные конструкции танкеров

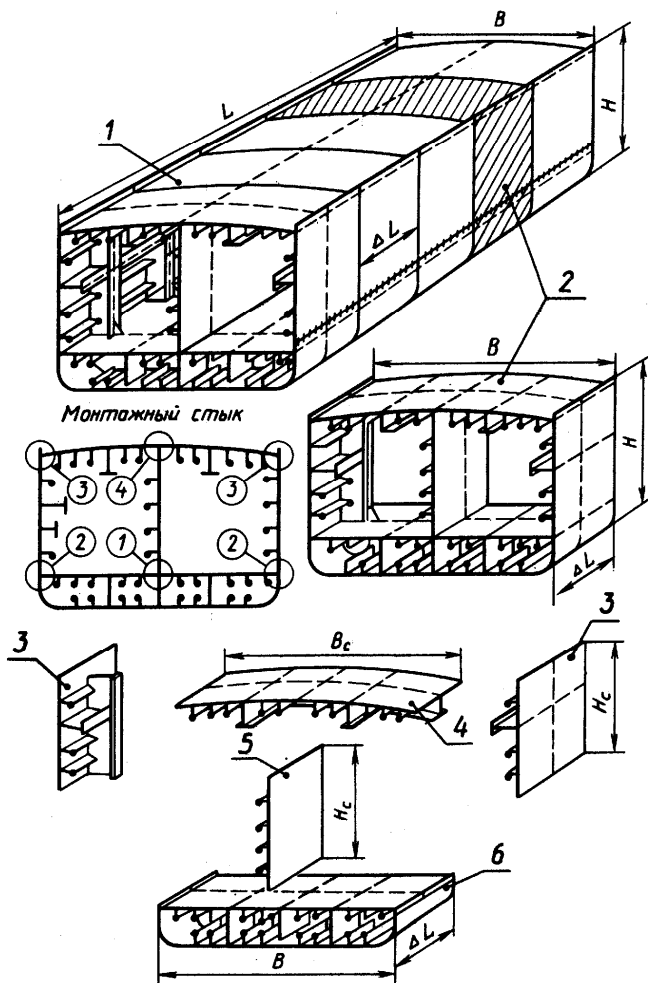


Рис. 1. Разбивка средней части корпуса судна на блоки и секции

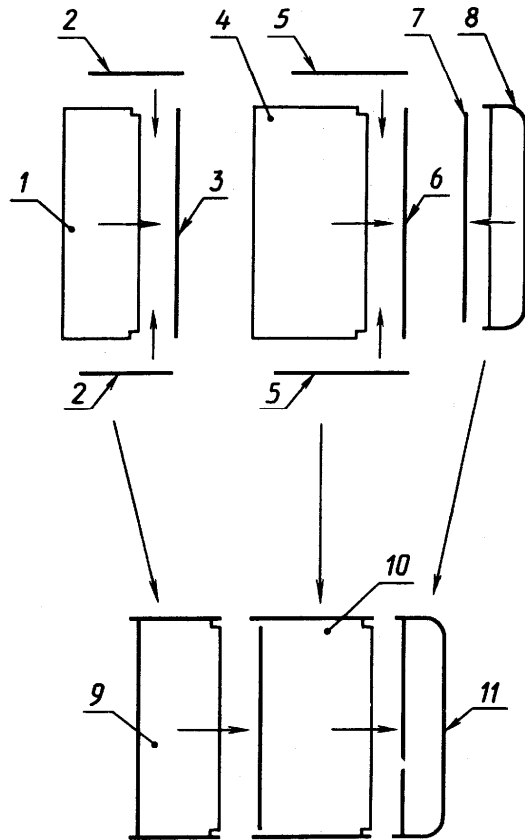


Рис. 2. Схема изготовления укрупненных секций и формирования блока

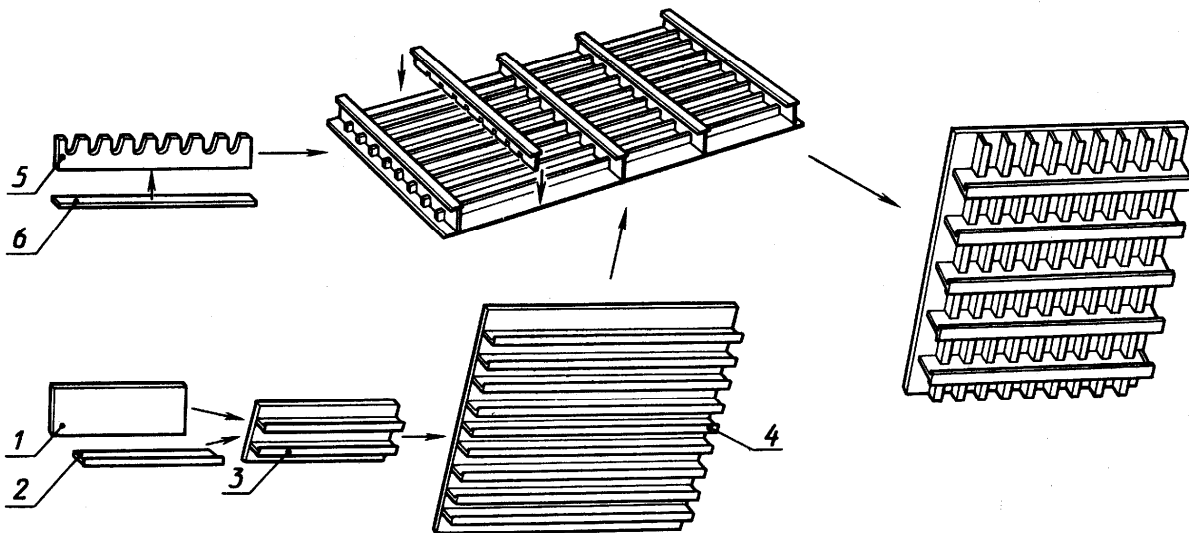


Рис. 3. Схема раздельной сборки судового набора

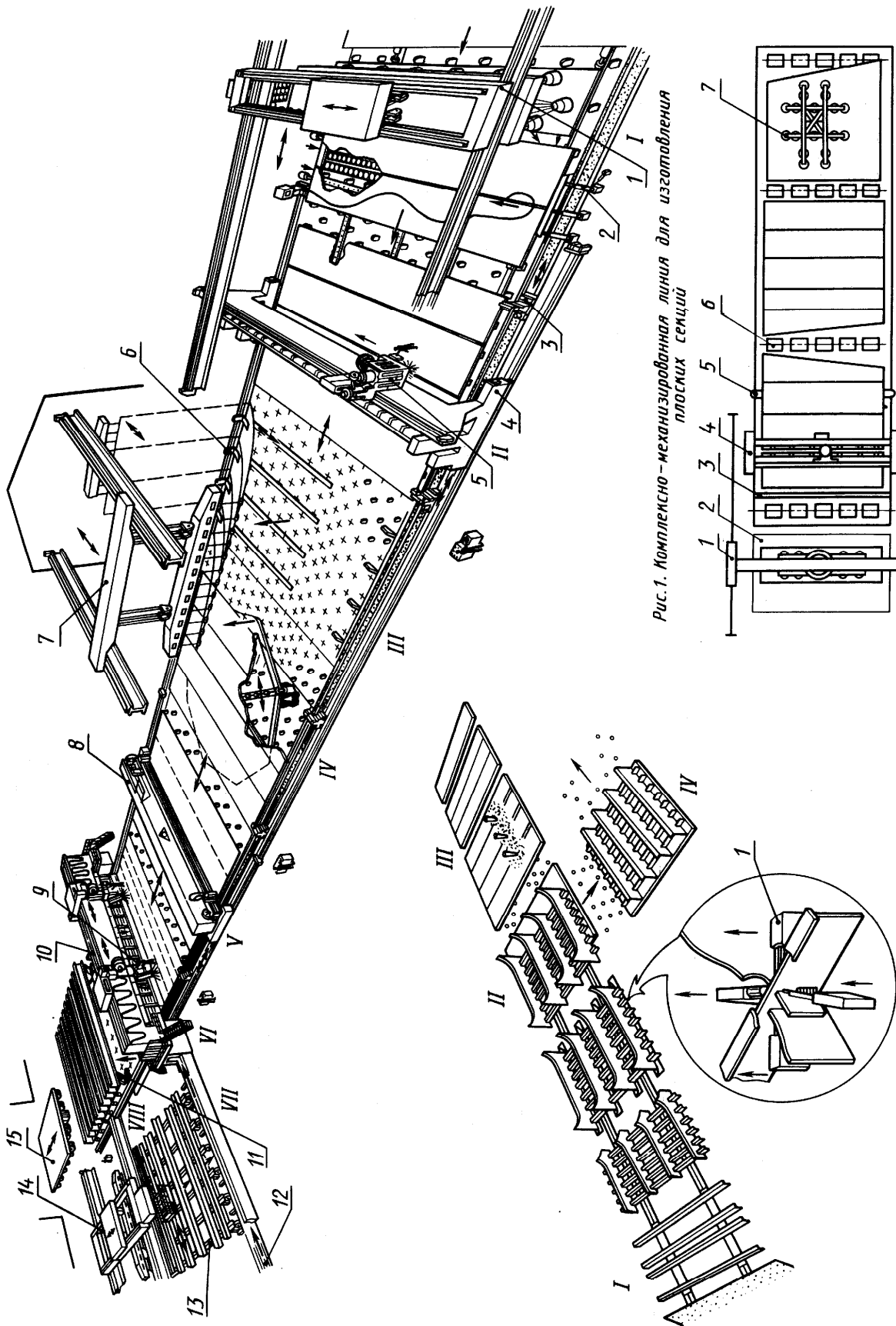


Рис.1. Комплексно-механизованная линия для изготовления плоских секций

Рис.2. Схема поточной линии изготовления плоских секций, принятая на японских верфях

Рис.3. Принципиальная схема поточно-позиционной линии изготовления полотен

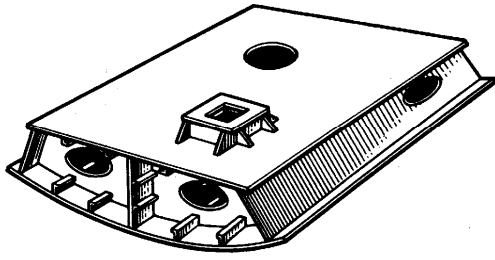


Рис.1. Днищевая объемная секция

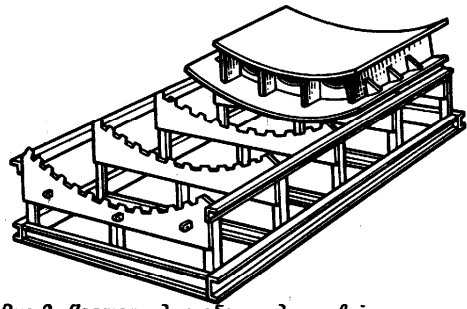


Рис.2. Постель для сборки днищевой секции

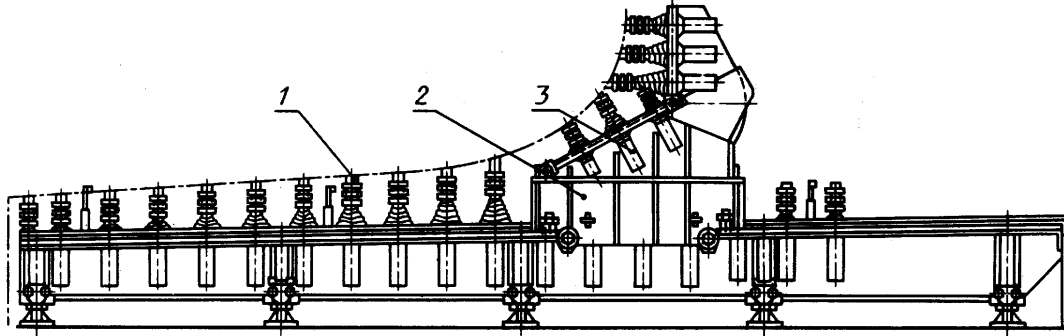


Рис.3. Универсальная постель

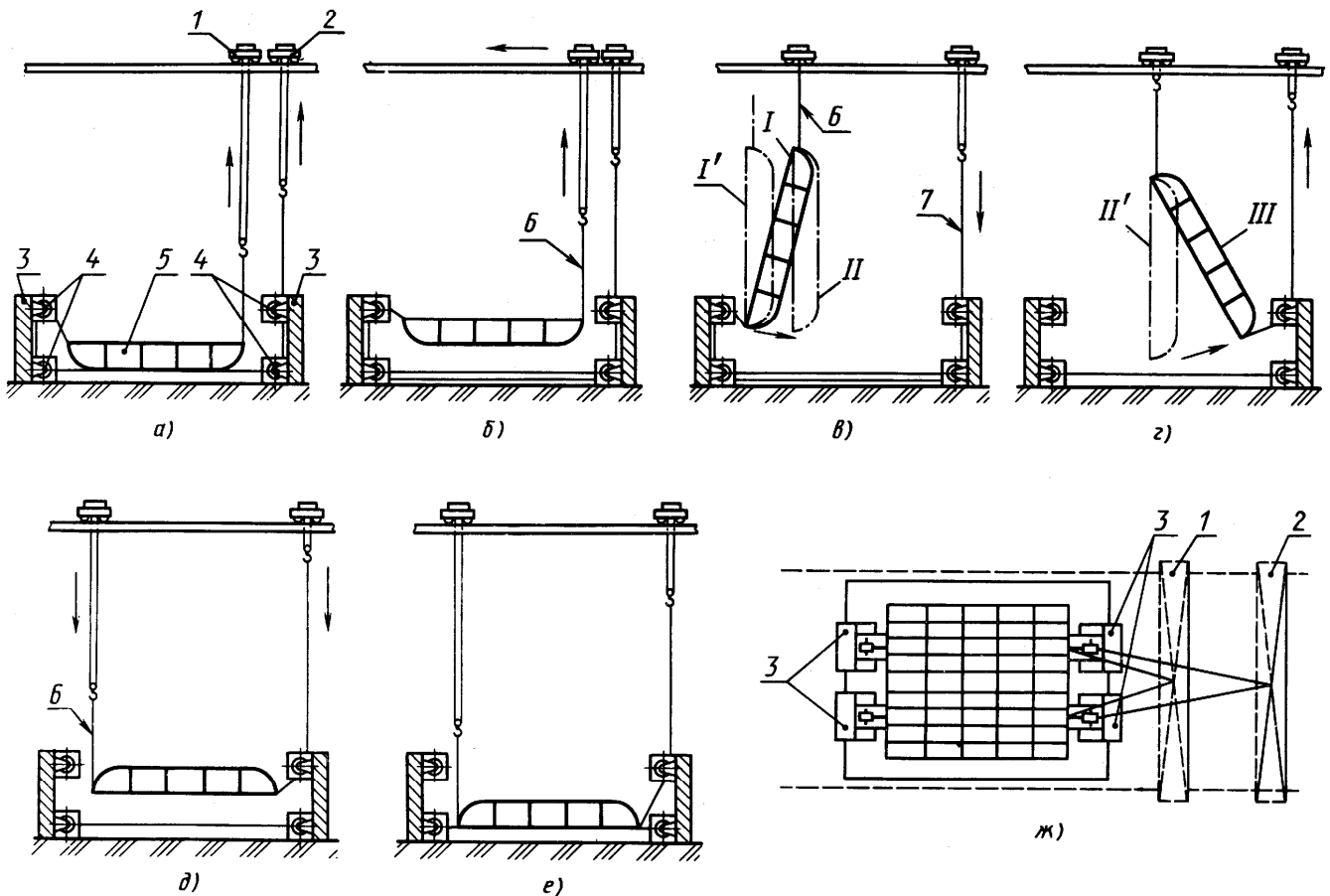


Рис.4. Схема кантовки секции мастовыми кранами с применением системы кантас-блоков

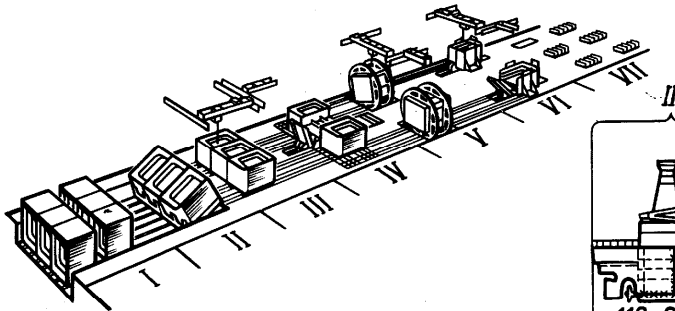


Рис.1. Поточно-позиционная линия сборки конструктивных модулей цилиндрической части танкера

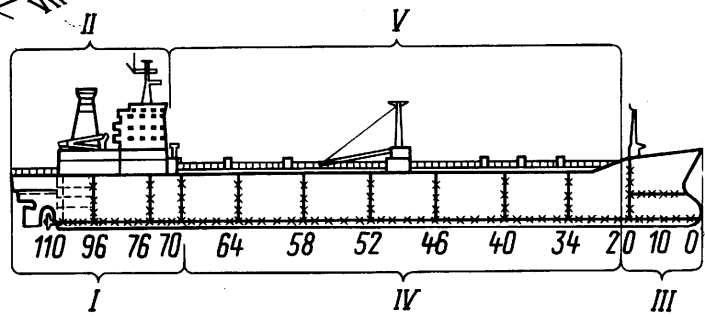


Рис.4. Разбивка на строительные районы

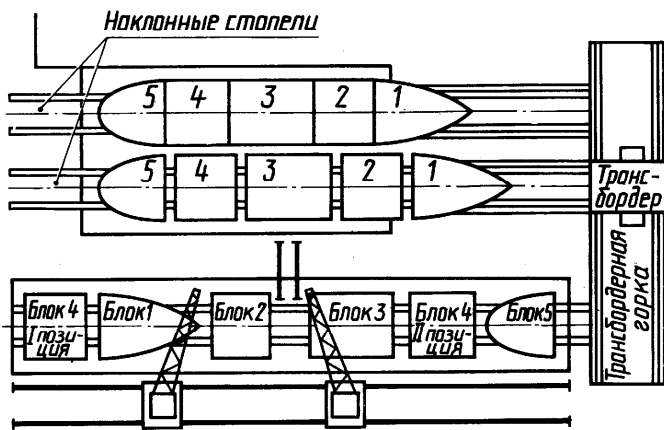


Рис.2. Схема сборки корпуса корабля на стапеле блочным методом

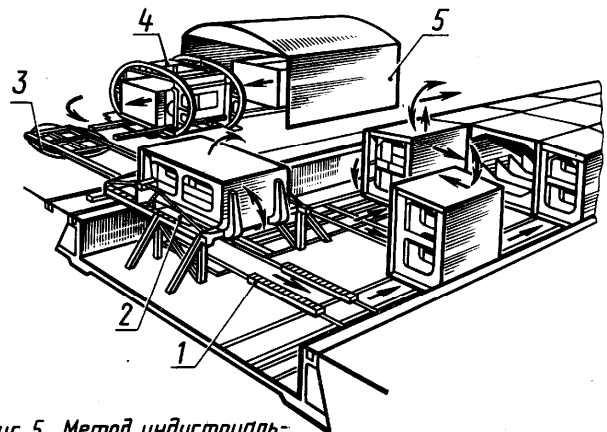


Рис.5. Метод промышленного изготовления блока в цилиндрической вставке на верфи фирмы "Mitsui"

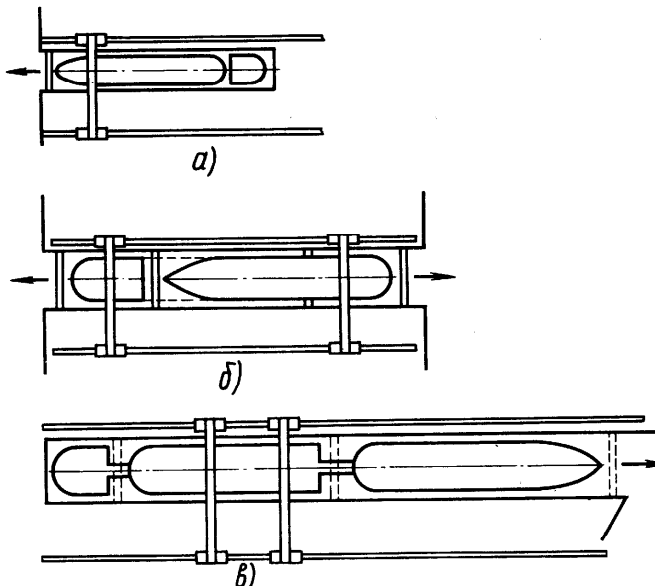


Рис.3. Схемы различных построочных систем: а - полутандемная система; б - система каналлюз; в - трехпозиционная система

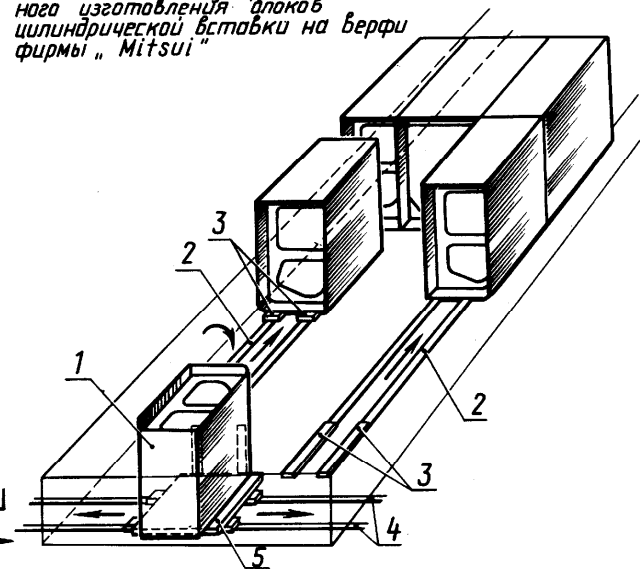


Рис.6. Схема транспортирования модулей в док



Рис.7. Схема формирования корпуса танкера в доке

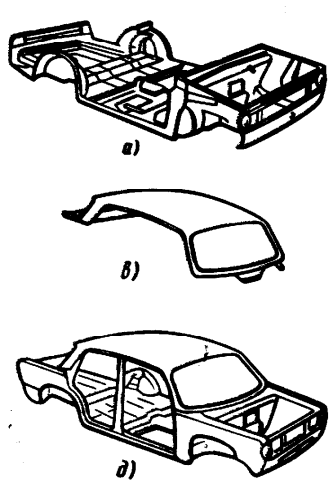


Рис.1. Кузов автомобиля ВАЗ-2101: а - пол; б - боковины; в - крыша; г - передние крылья; д - кузов в сборе

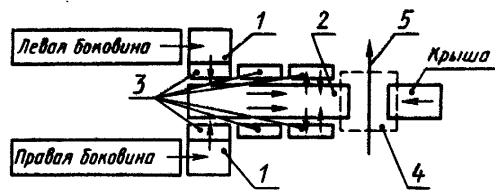
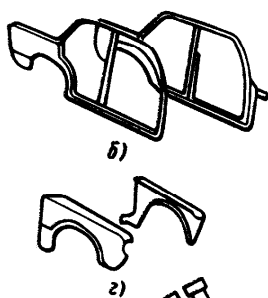


Рис.2. Схема автоматических линий сборки и сварки боковых стенок автомобилей ВАЗ

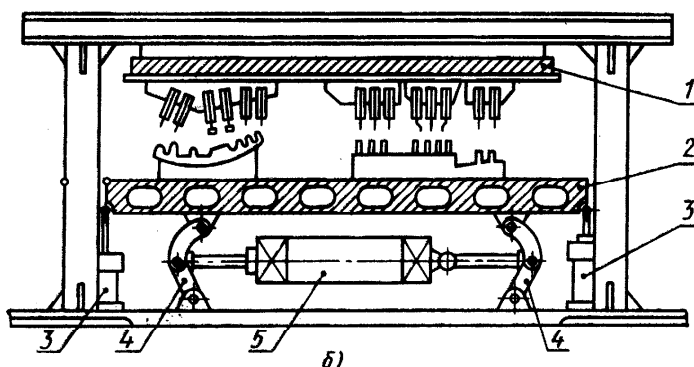
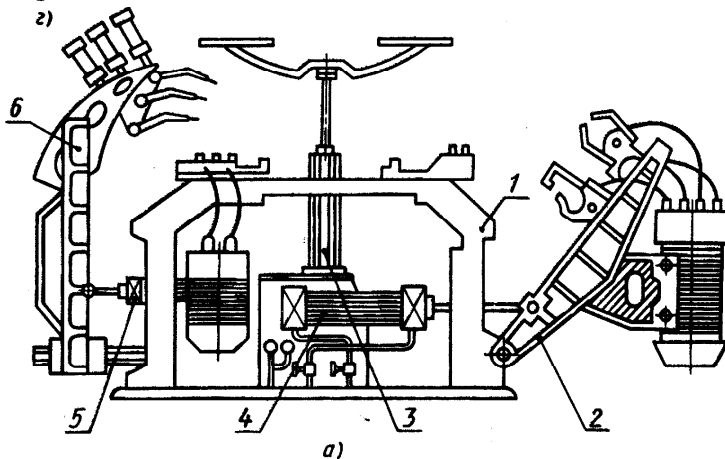


Рис.3. Схемы характерных многоточечных машин: а - типа „открытый стол“; б - с подвижным нижним столом

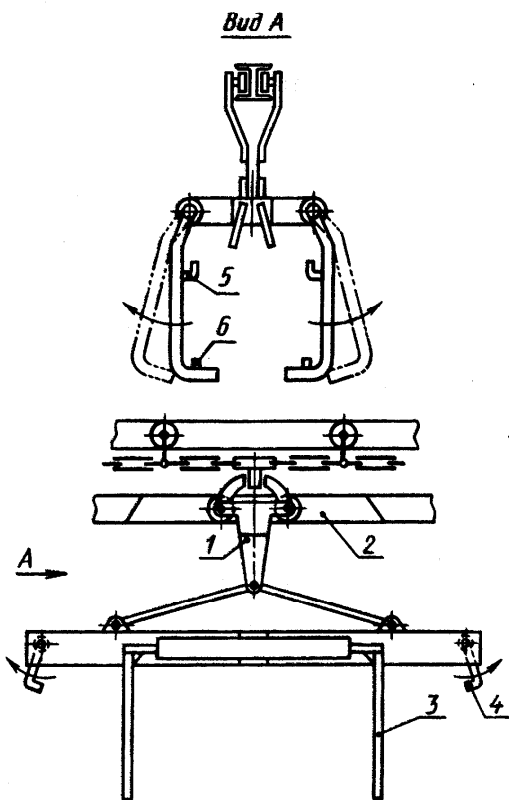


Рис.4. Опускная секция с подвеской для комплектации узлов кузова

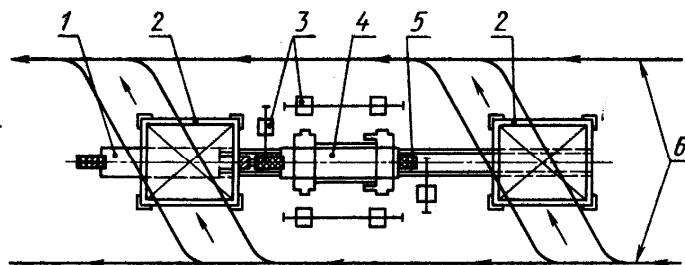


Рис.5. Схема расположения главного кондуктора для сборки кузовов автомобилей ВАЗ

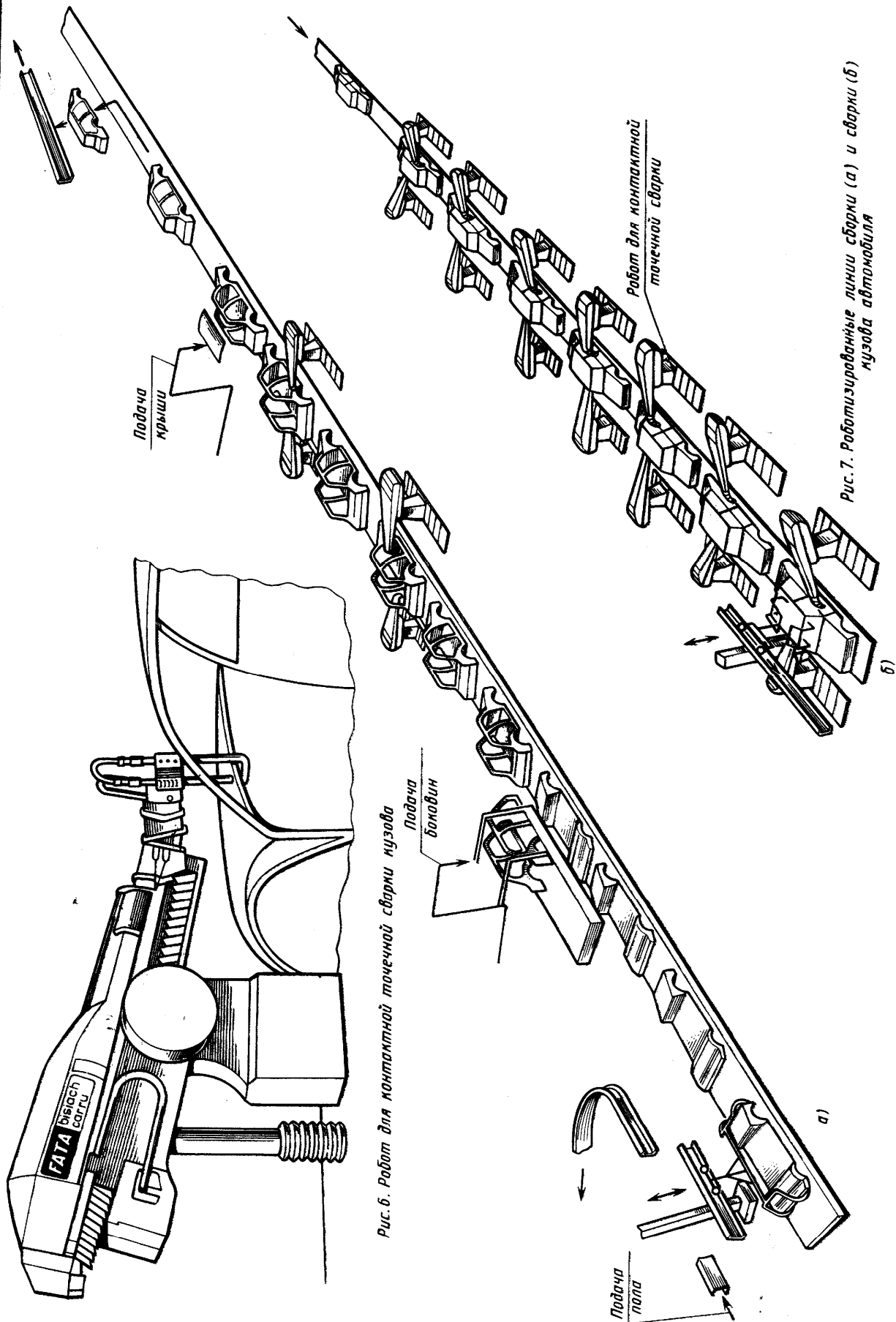


Рис. 6. Робот для контактной точечной сварки кузова

Рис. 7. Роботизированные линии сборки (а) и сварки (б) кузова автомобиля

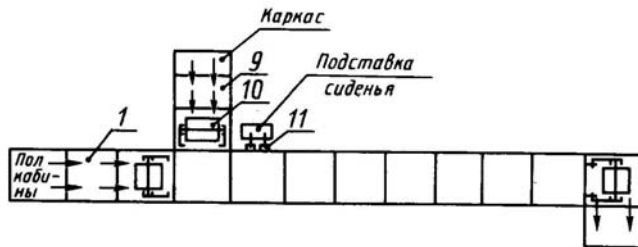
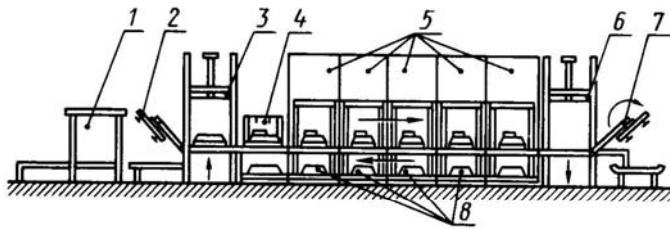


Рис.1. Схема автоматической линии сборки и сварки настила пола кабины грузового автомобиля ЗИЛ

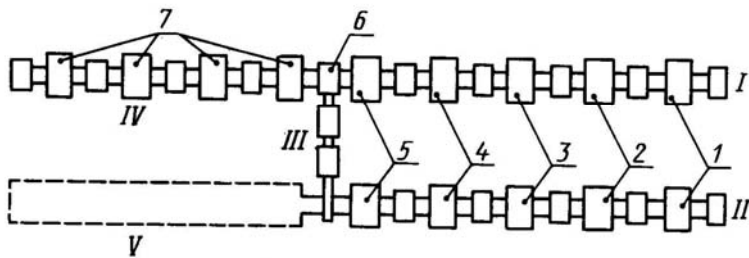


Рис.2. Схема участка сборки и сварки кабин грузового автомобиля ЗИЛ

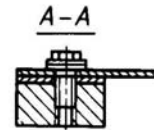
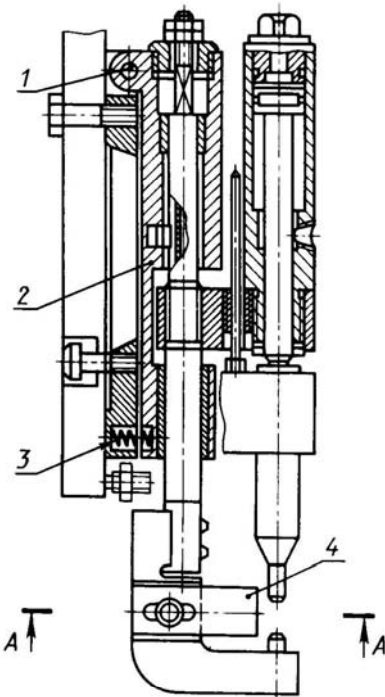


Рис.3. Сварочный пистолет плавающего типа

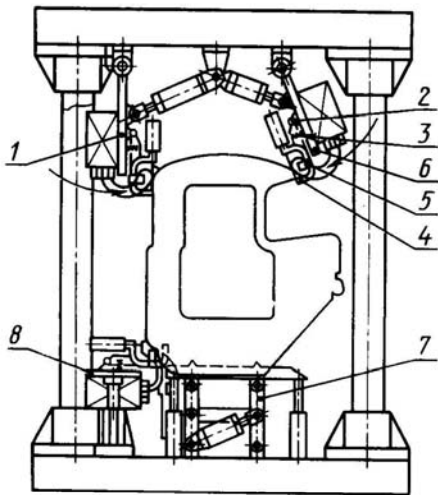


Рис.4. Схема сварки кабины на много-электродной машине

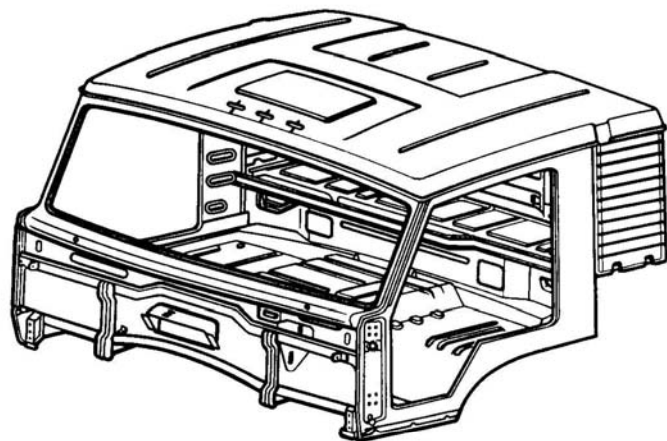


Рис.5. Кабина автомобиля КамАЗ-5410

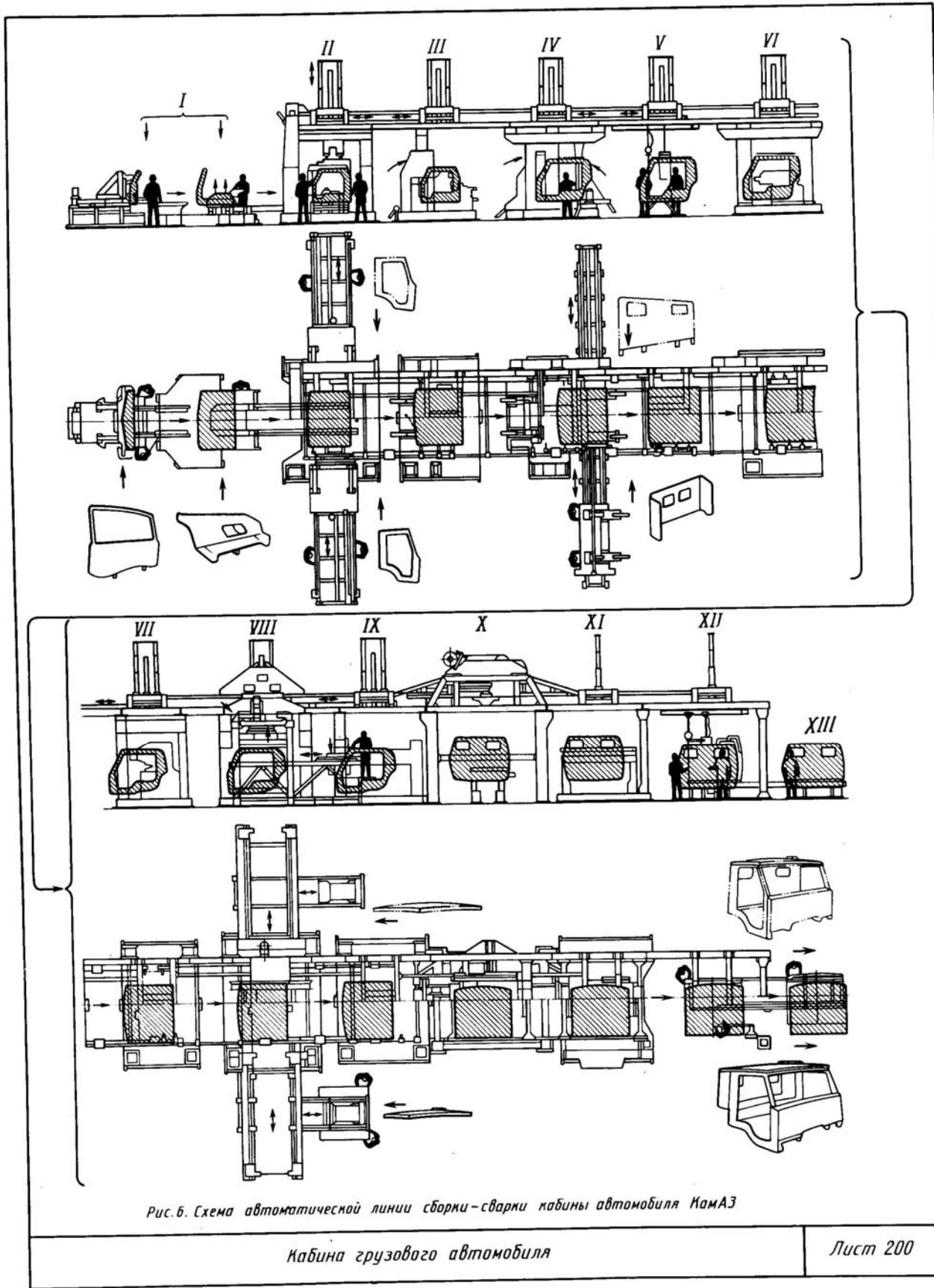


Рис. 6. Схема автоматической линии сборки-сварки кабины автомобиля КамАЗ

Кабина грузового автомобиля

Лист 200

ПОЯСНЕНИЯ К ЛИСТАМ 201... 230

ДЕТАЛИ И УЗЛЫ ТЯЖЕЛОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Рамы и станины (листы 201, 202).

Для машиностроения наиболее характерными деталями являются станины, валы и колеса. Применительно к машинам тяжелого и энергетического машиностроения такие детали изготавливают, как правило, в условиях единичного и мелкосерийного производства.

На рис. 1 (лист 201) показана рама вертикальной клетки прокатного стана, составленная из четырех литых заготовок из стали 35 Л. Места стыков выбраны из условия симметрии сварочных деформаций и относительной простоты формы каждого элемента. Сложное очертание двутаврового сечения в месте стыка заменено сплошным (разрезы А-А, Б-Б) для удобства выполнения его электрошлаковой сваркой пластинчатыми электродами. На рис. 3 показана другая рама, подготовленная к электрошлаковой сварке плавящимся мундштуком. Можно видеть, что сборка под сварку выполняется в горизонтальном положении с помощью скоб, стыки свариваются попарно. В ряде случаев размеры сварного узла оказываются настолько велики, что перед общей сборкой отдельные заготовки приходится укрупнять с помощью электрошлаковой сварки. Так, на рис. 2 показаны такие детали пресса усилием 650 МН, как стол (рис. 2, а), боковина (рис. 2, б), верхняя плита (рис. 2, в), балки (рис. 2, г ... ж), каждая из которых имеет массу более 100 т и содержит от одного до шести электрошлаковых швов.

При изготовлении станин прессов используют заготовки, получаемые различными методами. Сварные соединения обычно выполняют путем полного проплавления всей толщины присоединяемого элемента (рис. 4, а). Это позволяет получать сварные соединения с минимальной концентрацией напряжений при относительно простой подготовке элементов под сварку, однако требует проведения последующей термической обработки готового узла или изделия. Иногда ограничиваются минимальными размерами швов (рис. 4, б), но в этом случае производят плотную подгонку мест сопряжения листов и постановку разгрузочных запечиков, штифтов, шипов и пазов. Дополнительные затраты на подгоночные работы компенсируются снижением трудоемкости сварочных работ. Кроме того, малый объем наплавленного металла позволяет в этом случае обходиться без последующей термообработки конструкций.

На рис. 5, а ... г (лист 202) приведены четыре конструктивных варианта поперечины пресса усилием 45 МН:

а — литая поперечина; б — сварно-литая; в — сварная с радиальными ребрами; г — сварная с изогнутыми секциями.

На рис. 6, а, б показана сварная станина пресса усилием 40 МН, состоящая из стоек 1 и 2 из толстолистового проката, массивной литой траверсы 3 и кованой трубы 4. Сварные соединения — стыковые, тавровые и угловые;

большинство из них выполняют электрошлаковой сваркой. Последнее обстоятельство определяет некоторые особенности конструкции и последовательность выполнения сборочно-сварочных операций. Угловые и тавровые соединения элементов собирают при помощи косынок и диафрагм, стыковые — при помощи скоб. В местах, недоступных для постановки формирующих медных охлаждаемых подкладок, применяют остающиеся стальные пластины. Последовательность выполнения сборочно-сварочных операций выбирается так, чтобы концы каждого из электрошлаковых швов можно было вывести за пределы детали. Поэтому общей сборке сложной детали обычно предшествуют сборка и сварка относительно простых узлов. При этом для уменьшения угловых сварочных деформаций желательно, чтобы каждый собранный под сварку узел имел замкнутое сечение.

Применительно к станине пресса усилием 40 МН (см. рис. 6) последовательность и содержание основных сборочно-сварочных операций показаны на рис. 7. Первым узлом является тумба 1. Сначала в замкнутое сечение собирают ее боковые стенки и электрошлаковые швы № 1 и № 2 выполняют с полным проплавлением привариваемого элемента (рис. 7, а). Затем устанавливают горизонтальные листы тумбы и выполняют первые пары швов № 3 и № 4 (рис. 7, б). Участки первых пар швов, препятствующие установке карманов и выводу усадочных раковин вторых пар швов, удаляют из зазора огневой резкой. Готовая тумба входит в состав второго, более крупного узла — стойки (рис. 7, в). Замкнутое сечение образуют присоединением полустоек 2 и 3\ швы № 5 ... № 8 выполняют электрошлаковой сваркой, формирование корпуса станины завершают сборкой стоек с траверсой 4 и сваркой электрошлаковых швов № 9 ... № 12 (рис. 7, г). Затем в полустойках 3 термической резкой вырезают пазы под трубу 5. Следует заметить, что образование пазов резкой не плоских заготовок, а уже сваренного узла с удалением части шва является приемом, характерным для конструкций, выполняемых электрошлаковой сваркой. Целесообразность такого приема объясняется трудоемкостью подготовки и зачистки стыков в местах начала и конца каждого электрошлакового шва. Завершение сборки и сварки станины требует ряда кантовочных операций. Так, установка трубы 5 и лап 9 и 10 и сварка полуавтоматом под флюсом многослойных швов № 14 и № 15 производится, как показано на рис. 7, а, а установка крышек 6, 7 и 8 и выполнение электрошлаковых швов № 16 и многослойных швов № 17 ... № 22 - на рис. 7, е.

Валы и цилиндры (листы 203, 204).

Типы сварных роторов паровых и газовых турбин показаны на рис. 1 (лист 203). Их изготавливают из жаропрочных сталей, что затрудняет получение заготовок большого размера с помощью литья иковки. Поэтому крупные валы сваривают из поковок относительно небольшого размера и простой формы. На рис. 3 показан ротор газовой турбины, составленный из отдельных дисков 4 и концевых частей 3 и 5. При разработке конструкции и технологии изготовления подобных изделий основными требованиями являются жесткое ограничение величины искривления продольной оси ротора от сварочных деформаций и получение надежного проплавления швов при их односторонней сварке.

Кованые заготовки дисков после механической обработки центрируются относительно друг друга направляющими поясками, требуемая величина зазора и разделка обеспечиваются постановкой проставок 1 (рис. 2, а). Однопроходная сварка не может обеспечить симметрии сварочных деформаций из-за неравномерности поперечной усадки по периметру кольцевого шва, поэтому применяют многослойную сварку. Полный провар в корне шва можно обеспечить постановкой остающегося подкладочного кольца 2. Однако в процессе эксплуатации наличие такого кольца вызывает концентрацию напряжений и может способствовать зарождению усталостных трещин. Более целесообразной является конструкция стыка, показанная на рис. 2, б. Центрирующий выступ с упорным кольцом 1 из малоуглеродистой стали толщиной 2 мм обеспечивают высокую точность сборки ротора при сохранении податливости стыка при сварке. Это весьма важно для предупреждения образования трещин в соединении. Притупление разделки шва выбрано из условия получения полного провара корня шва. Специальные наклонные каналы уменьшают жесткость кромок при выполнении корневого слоя и тем самым предотвращают образование в нем трещин, а также обеспечивают лучшие условия для ультразвукового контроля сварного соединения. Собранные элементы плотно стягивают тягами 1 (рис. 3) с компенсирующими усадку пружинами 2, и в вертикальном положении ротор подают на сварку.

Первые слои швов выполняют при вращении ротора 3 (рис. 4) от электродвигателя 1 через редуктор 2. Вертикальное расположение оси ротора 3 имеет цель исключить влияние силы тяжести. Для обеспечения симметрии сварочных деформаций каждый корневой шов выполняют одновременно двумя или тремя симметрично расположенными сварочными головками 4 вольфрамовым электродом в аргоне. Затем в этом же положении ряд слоев укладывают плавящимся электродом в среде CO₂. После заполнения той части разделки, которая необходима для обеспечения определенной жесткости ротора, его переносят во вращатель с центрами с горизонтальным расположением оси вращения и основную часть разделки заполняют многослойной сваркой под флюсом в нижнем положении. Такая технология позволяет предотвратить искривление настолько, что биение сваренного вала не превышает 0,5 мм на длине 5 м.

Валы больших размеров сплошного сечения целесообразно изготавливать путем укрупнения двух, трех поковок электрошлаковой сваркой (рис. 5). При использовании обычного метода плавящегося мундштука наличие множества проволочных электродов существенно снижает надежность поддержания непрерывного процесса сварки, а для предупреждения образования холодных трещин требуется применение предварительного и сопутствующего нагрева. Использование метода электрошлаковой сварки по бифилярной схеме (рис. 7) исключает необходимость подогрева, обеспечивает высокую надежность процесса и позволяет получать швы такого же химического состава, что и основной металл, сваривая заготовки не только прямоугольного и квадратного, но также круглого сечения практически неограниченных размеров (лист 204, рис. 8). Сварку выполняют четырьмя расходными электродами того же химического состава, что и соединяемые заготовки. Два электрода 2 (рис. 7) неподвижны относительно кромок заготовок, а другие два электрода 1 подаются совместно в шлаковую ванну. Дальнейшим развитием такого метода является замена средних подвижных электродов подачей в сварочный зазор присадки 2 (рис. 6) в виде дроби или сечки дозаторами 1. В этом случае сварное соединение имеет минимальную зону термического влияния, что позволяет качественно сваривать стали с высоким содержанием углерода.

При изготовлении крупных валов и цилиндров прессов для соединения полых цилиндрических поковок кольцевыми стыковыми швами используют иные приемы сварки. На рис. 9 (лист 204) показана ось опорного вала уникального стана "5000" из стали 25ХНЗМФА, свариваемая с предварительным подогревом проволокой Св-08ХН2ГМЮ при флюсом АН17М при числе слоев 134.

Для выполнения кольцевых швов широко используют электрошлаковую сварку при вращении свариваемых заготовок (рис. 10, 11). Отличительной особенностью выполнения кольцевых стыков весьма большого сечения является трудность обеспечения непрерывности процесса сварки от начала до заварки замка. Такая непрерывность необходима как для качественного выполнения шва (при нарушении процесса неизбежно возникновение несплавления кромок и возможно образование трещин), так и для получения ожидаемых величины и направления сварочной деформации искривления осей стыкуемых деталей. Так как время сварки может составлять десятки часов, то возникает опасность отказа аппаратуры и прежде всего выхода из строя мундштуков, направляющих электродную проволоку в сварочную ванну. Сменить мундштуки без остановки процесса невозможно, а остановить процесс — недопустимо. Поэтому для сварки кольцевых швов большого сечения используют специальную установку (рис. 12) с двумя дублирующими друг друга сварочными головками. При выходе работающей головки из строя ее место тотчас занимает вторая головка, и процесс сварки прерывается лишь на весьма непродолжительное время.

Последовательность этапов выполнения кольцевого шва большой толщины при электрошлаковой сварке показана на рис. 13. Сварка начинается подачей одной электродной проволоки при неподвижном изделии и движущейся вверх сварочной головке. По мере образования шлаковой ванны (этап I) включают механизм поперечных колебаний аппарата, а затем подачу средней и крайней электродной проволоки. После заварки верхней части кармана (этап II) подъем сварочной головки прекращается, и основная часть шва (этап III) выполняется благодаря вращению изделия. На этапе IV начинается замыкание шва, вращение изделия прекращается, а сварочная головка идет вверх. Этот подъем прекращается при выходе на криволинейную часть линии замыкания, когда снова включают вращение изделия (этап V). Соответственно уменьшению сечения шва постепенно уменьшают расстояние между мундштуками и амплитуду колебаний, а также выводят из работы внутренний электрод. На этапе VI выводят из работы средний электрод, и сварка завершается одной электродной проволокой.

Детали гидротурбин (листы 205 , 208).

Конструкция валов гидравлических турбин проста, это массивная труба с одним или двумя фланцами (лист 205, рис. 3) . Заготовки обечаек обычно получают ковкой, заготовки фланцев — также ковкой или иногда в виде стальных отливок.

Возможен и другой вариант — изготовление цилиндрической части из двух корыт, согнутых в горячем состоянии под прессом и сваренных продольными электрошлаковыми швами (рис. 4). Кольцевые швы выполняют электрошлаковой сваркой с формированием обратной стороны внутренним ползуном. Неравномерность поперечной усадки по периметру кольцевого шва при такой однопроходной сварке приводит к искривлению оси вала. Для компенсации этого искривления при сборке среднего кольцевого стыка между двумя обечайками 2 (рис. 3) зазор в месте начала шва устанавливали 33 мм, а в плоскости, повернутой на 90°, — 38 мм. После выполнения среднего стыка сваренные обечайки проходили высокий отпуск и подвергались промежуточной механической обработке. Затем выполняли сборку и сварку стыков с фланцами 1 и 3. Чистовую механическую обработку, обеспечивающую точность размеров готового вала, производили после нормализации и высокого отпуска.

При сварке валов сплошного сечения, когда электрошлаковый шов выполняют снизу вверх без вращения, переменный зазор в стыке создают предварительным перекосом осей собираемых заготовок в вертикальной плоскости.

В конструкциях гидротурбин (рис. 1,2) наряду с валами 1 сварными являются и другие детали машиностроительного характера: статоры 2, направляющие аппараты 3 и рабочие колеса 4.

Статор (лист 206, рис. 6) составляют из секторов, соединяемых на монтаже фланцевыми бортовыми соединениями. Секторы собирают и сваривают из отливок — поясов и колонн (рис. 7). Соединение колонны с выступом пояса выполняют электрошлаковой сваркой плавящимся мундштуком, схема сборки под сварку показана на рис. 9.

Поворотные лопатки направляющего аппарата сваривают из литых или прокатных заготовок. В последнем случае отштампованные из листа элементы пера лопатки собирают и сваривают под флюсом (рис. 8). Затем к этому узлу электрошлаковой сваркой приваривают выходную кромку в виде полосы толщиной 70 мм. Последней операцией является сборка пера лопатки с литыми заготовками верхней и нижней царф и полуавтоматическая сварка стыковых швов в CO_2 .

Лопастные поворотные лопатки турбин изготавливают литыми, а также в сварном исполнении (рис. 10), причем к их материалу предъявляются требования стойкости против кавитационного разрушения. Отливки из углеродистых сталей такой стойкостью не обладают. Использование более стойких высоколегированных сталей увеличивает стоимость изделия. Повышение стойкости отливок из углеродистых сталей можно обеспечить путем облицовки их тонкими листами из кавитационно-стойкой стали (рис. 11). Однако крепление листов к перу лопасти электрозаклепками и обваркой по контуру не обеспечивает требуемой надежности. Отсутствие плотного прилегания облицовочных листов по всей поверхности сопровождается их вибрацией в процессе работы, приводящей к разрушению сварных швов. Значительно лучшие результаты дает облицовка тонкими листами кавитационно-стойкой стали методом сварки взрывом.

Рабочие колеса мощных радиально-осевых гидротурбин имеют большие размеры. Так, например, рабочее колесо турбины Красноярской ГЭС (см. лист 205, рис. 5) имеет диаметр почти 9 м, что намного превышает габарит подвижного состава железных дорог. Поэтому возможность его изготовления целиком в условиях Ленинградского металлического завода им. XXII съезда КПСС без расчленения на монтажные блоки была обеспечена только благодаря наличию водного пути от места расположения завода-изготовителя до места монтажа.

Рабочее колесо состоит из верхнего и нижнего ободов и лопастей. Последовательность и содержание основных этапов процесса его изготовления показаны на рис. 12 (лист 207). Верхний обод выполнен из двух литых заготовок из стали 20ГС-Л с максимальной толщиной 500 мм (рис. 12, а). Отливки проходили предварительную механическую обработку всех поверхностей, кроме поверхности по наружному диаметру. Затем заготовки собирали в кольцо и устанавливали в вертикальное положение под электрошлаковую сварку, причем для компенсации неравномерности поперечной усадки по длине шва зазор в нижней части стыка задавали в пределах 25 ... 27 мм, а в верхней — 50 ... 54 мм. После сварки верхний обод подвергали высокому отпуску и передавали на механическую обработку, где внутреннюю поверхность обода обрабатывали окончательно, а остальные поверхности — с припуском. Лопастные рабочие колеса выполняли из стали 20ГС-Л литьем в кокиль. Требуемую точность формы обеспечивали рубочными и наплавочными работами с проверкой по пространственному шаблону и последующей шлифовкой. Для повышения стойкости против кавитационного

износа часть выпуклой поверхности лопастей покрывали тонкой кавитационно-стойкой сталью методом сварки взрывом.

Сборку начинали с разметки гладкой внутренней поверхности верхнего обода под установку лопастей по шагу и профилю. Отказ от использования приливов-пеньков (рис. 12, б) позволил повысить точность размещения лопастей и облегчить обработку поверхности обода. 14 лопастей последовательно устанавливали на верхний обод с соблюдением зазора в стыке (снизу 37 мм, сверху 47 мм) и закрепляли с помощью приварки скоб и технологических элементов жесткости (рис. 12, в). Затем на верхнем ободе закрепляли ось с цапфами и с ее помощью собранный узел устанавливали на стойках специального кантователя (рис. 12, г). Этим обеспечивалась возможность поворота узла в положение, удобное для выполнения каждого стыка электрошлаковой сваркой плавящимся мундштуком. Плавный переход от тела лопасти к телу верхнего обода задавали соответствующей формой медных подкладок, охлаждаемых водой; их крепление с помощью клиньев показано на рис. 12, д. После сварки и высокого отпуска производили обработку торцов лопастей под сопряжение с нижним ободом на карусельном станке (рис. 12, е) и подготовку кромок под К-образную разделку.

Нижний обод собирали из четырех штампованных заготовок из стали 22К толщиной 190 мм, как показано на рис. 12, ж. После попарного выполнения стыков электрошлаковой сваркой и высокого отпуска обод подвергали механической обработке с оставлением припуска 15 мм по внешнему диаметру на чистовую обработку. Общую сборку колеса проводили, как показано на рис. 12, з. При помощи гидравлических домкратов нижний обод поднимали и вводили в сопряжение с кромками лопастей. Сварка производилась одновременно 2 ... 4 сварщиками в среде CO₂. Сваренное колесо проходило полный цикл термообработки: нормализацию и высокий отпуск, после чего выполнялась окончательная механическая обработка.

Применительно к изготовлению радиально-осевых колес крупных гидротурбин возможны и другие конструктивно-технологические решения, отличающиеся от рассмотренного выше. Так, рабочее колесо Плявиньской ГЭС выполнялось из двух частей, исходя из необходимости перевозки по железной дороге, причем заводская сварка выполнялась преимущественно вручную обмазанным электродом. Такая технология изготовления представлена на рис. 13 (лист 208).

Все элементы этого колеса выполняли литьем из стали 20ГС-Л. Нижний и верхний ободы отливали из двух частей, а до поступления на общую сборку они проходили нормализацию и фрезеровку плоскостей разъема, а после спаривания подвергались предварительной обточке с чистовой обработкой внутренних поверхностей, сопрягаемых с лопастями. После разметки этих поверхностей и термической вырезки пазов ободы разбирали на две половины для передачи на общую сборку. Вид этих элементов показан на рис. 13, д. Отливки лопастей после отжига подвергали механической обработке для обеспечения требуемой геометрической формы и состояния поверхности. Кроме того, их торцы обрабатывали так, чтобы при сборке под сварку они входили в соответствующие пазы верхнего и нижнего ободов (рис. 13, б). Так как рабочее колесо изготовляли из двух половин, то две лопасти, попадающие в плоскость разъема, делали разрезными и впоследствии сваривали на монтаже.

Для совпадения плоскостей разъема обеих половин колеса необходима точная сборка каждой из половин и предотвращение искажений этой плоскости при сварке и термообработке. Это обеспечивали приваркой половин ободов по плоскости разъема к плоскости достаточно жесткой технологической плиты (рис. 13, б). Затем в пазы ободов заводили хвостовики лопастей и прихватывали к плите по плоскости разъема. Сборку завершали установкой дополнительных технологических элементов жесткости из труб (рис. 13, в).

Приварка лопастей к ободам производилась способом "поперечной горки" электродами типа Э50А путем заполнения разделки в пазах с последующей зачисткой корня шва и выводением галтельных переходов (рис. 13, д). Для предотвращения образования трещин применяли подогрев до температуры 120 ... 200 °С (рис. 13, г). Освобождали сваренное полуколесо от связей с жесткой плитой только после завершения сварки и прохождения высокого отпуска для снятия остаточных сварочных напряжений. Заводское изготовление завершалось окончательной механической обработкой колеса, временно собранного из двух половин (рис. 13, е).

На место монтажа колеса доставляли по железной дороге в разобранном виде. Конструкцией колеса предусмотрено соединение стыков верхнего обода на болтах, а нижнего — с помощью сварки. Такое решение определяется, с одной стороны, невозможностью осуществить болтовое соединение нижнего обода из-за жесткого ограничения габаритов стыка, а с другой стороны, стремлением избежать искажений окончательно обработанной поверхности верхнего обода, которой он присоединяется к фланцу вала гидротурбины. Стыки нижнего обода сваривали ручной сваркой способом "поперечной горки" одновременно четыре сварщика попарно "дуга в дугу". Прогрев до температуры 120 ... 200 °С производили с помощью индукторов (рис. 13, ж). Эти же индукторы использовали для высокого отпуска стыков обода после сварки. Стыки разъемных лопастей сваривали многослойной сваркой вручную без подогрева (рис. 13, з).

Балочные конструкции (листы 209, 210).

В конструкциях тяжелого машиностроения используют различные балочные элементы.

Корпус стрелы экскаватора (лист 209, рис. 1) представляет собой коробчатую балку переменного по высоте сечения с внутренними диафрагмами, имеющую наружные поясные швы. Для сборки таких балок используют стенд, показанный на рис. 2.

На раме 1 установлены колонны 2 с параллелограммным механизмом крепления монорельса 3, по которому перемещаются подвесная зажимная скоба 4 и электроталь 5. С помощью пневмомеханического привода 6 монорельс можно отводить для удобства выполнения крановых операций. Корпус подвесной скобы (лист 210, рис. 4) подвешен к каретке 1 с помощью подвески 2. Прижатие верх-

них и нижних листов к боковым стенкам балки осуществляют вертикальные пневмогидроусилители 3 благодаря тому, что скоба 7 с упорами 9 имеет свободу вертикального перемещения в пазах подвески. Поджим двух вертикальных листов к диафрагмам обеспечивают два горизонтальных пневмогидроусилителя 5, питаемых маслом из баков 4, через систему рычагов 6 и качалок 8.

После установки на стенде диафрагм и боковых вертикальных листов в проектное положение с помощью подвесной механизированной зажимной скобы 4 (лист 209, рис. 2) осуществляют их взаимное прижатие перед прихваткой. Затем монорельс 3 складывается, освобождая место для подачи и установки листов верхнего пояса, после чего снова возвращается на место; с помощью вертикальных пневмогидроусилителей подвесной скобы 4 верхние листы поджимают к боковым и прихватывают. После этого собранную стрелу без нижнего пояса снимают со стенда и закрепляют в двустоечном кантователе (рис. 3) для сварки внутренних и наружных швов полуавтоматом в CO₂. Затем стрела возвращается на сборочный стенд и укладывается верхним поясом вниз для установки листов нижнего пояса и других деталей. С помощью подвесной скобы прижимают и прихватывают нижние поясные листы к вертикальным. Окончательно собранную стрелу снимают краном и снова устанавливают в кантователь. Здесь короткие швы выполняют полуавтоматами в CO₂, а швы диагонального направления и поясные продольные — с помощью сварочной установки, показанной на рис. 5 (лист 210).

Сварочная установка состоит из двух консольных балок, каждая из которых выполнена из двух частей: коренной 4 и концевой 5, соединенных шарнирно. Привод правой балки поворачивает коренную балку в горизонтальной плоскости, а концевую балку относительно коренной. Привод левой балки поворачивает только концевую балку. Концевые балки шарнирно соединены с направляющей балкой 2, по которой перемещается сварочная головка. Эта балка может перемещаться как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости по направляющим стоек 1 и 2. На рис. 5 показаны возможные положения балки 2 в горизонтальной плоскости.

Сварные соединения балок рукояти экскаватора выполняют под флюсом со скосом двух кромок (рис. 7, а). При использовании замкового соединения (рис. 7, б) непроваренный участок является концентратором напряжений, что способствует образованию трещин в процессе эксплуатации, в особенности при использовании высокопрочных сталей типа 14Х2ГМР. В этом случае используют разделку кромок с малым притуплением (рис. 7, в) и корневые швы высотой 6 ... 8 мм выполняют с полным проваром механизированной сваркой в CO₂ с предварительным подогревом кромок. Прогрев применяют и при сварке основных швов под флюсом. Для этого используют специальную установку, позволяющую кантовать свариваемую балку, не прекращая нагрева (рис. 6). Кантователь имеет роликоопоры 1, на которые опираются разъемные барабаны 2, несущие свариваемую балку 3 и четыре газовые горелки 4 в виде труб с отверстиями, расположенными на длине, соответствующей длине нагреваемой балки. На роликоопоры 1 укладывают половины барабанов 2 и в их вырезах располагают две горелки 4 с поддерживающими их стойками 5. Далее устанавливают собранную балку 3 и на нее ставят стойки 5 с верхними горелками. Затем зажигают горелки, нагревают балку до требуемой температуры и, не прекращая нагрева, выполняют швы с одной стороны балки. После постановки и закрепления верхних половин барабанов балку кантуют на 180°, снимают верхние половины барабанов, оставляя горелки на месте, и выполняют швы со второй стороны балки.

На рис. 8 показана схема электрошлаковой сварки внутренних диафрагм 1 большой толщины с опорным кольцом 3 конвертора. Сварка осуществляется плавящимся электродом с формированием шва водоохлаждаемыми пластинами 2.

Рассмотренные выше примеры относятся к изготовлению деталей и узлов крупных машин в условиях мелкосерийного производства. Примером серийного производства сварных станин значительных размеров может служить изготовление картера блока цилиндров транспортных дизелей.

Блок цилиндров тепловозного дизеля (листы 211, 212).

На рис. 1 (лист 211) показан блок цилиндров тепловозного дизеля с расходящимися поршнями, выполненный из листовых элементов, усиленных приварными деталями и соединенных между собой угловыми швами в жесткую пространственную конструкцию. Перед общей сборкой листовые элементы укрупняли в плоские подузлы. Бортовые листы сваривали на портальной установке (рис. 2), оборудованной двумя кантователями 3 и кран-балкой 2 с направляющими сварочной головки 1, обслуживающей оба рабочих места. Приварку массивных опор а (рис. 4) и в к вертикальным листам б швами сложной конфигурации производили с помощью шарнирной установки с магнитным роликом, перемещающимся по кромке копира.

Для общей сборки и сварки использовали специальный поворотный сварочный стенд (рис. 3, 5), имеющий два кольца 1, жестко соединенных платформой 7 и установленных на ролики 2 и б. Для предотвращения скручивания платформы 7 вращение от электродвигателя 5 через редуктор 4 и вал 3 передается на оба ролика 2 и б. При сборке вертикальные листы устанавливали по фиксаторам на платформе 7 и на съемной балке 9, горизонтальные листы устанавливали по линейкам на стойках, а торцовые листы — с помощью откидных кронштейнов на боковых стенках 8 и 10 стенда. После завершения сборки стенд поворачивали и производили сварку угловых швов в положении "в лодочку".

Рассмотренная конструкция блока цилиндров нтех-

нологична из-за большого числа различным образом расположенных угловых швов и значительных деформаций от их сварки. Она также мало надежна, поскольку в процессе эксплуатации соединения с угловыми швами становятся источниками образования усталостных трещин.

Исключение соединений с угловыми швами и уменьшение числа собираемых деталей обеспечивает конструкция блока дизеля с V-образным расположением цилиндров, свариваемая стыковыми швами из отдельных стальных отливок (лист 212, рис. 6).

То обстоятельство, что дизели определенного типа, но разной мощности обычно отличаются только числом цилиндров (8; 12; 16 и 20), позволило унифицировать заготовки, из которых собирают и сваривают картеры. Как видно из рис. 7, картер блока дизеля с V-образным расположением цилиндров составляется из литых стоек трех типов (передней 1, задней 3 и промежуточной 2) с одинаковыми стыками между ними. В результате такой унификации число одинаковых стыков, подлежащих сборке и сварке при производстве дизелей данного типа, увеличилось настолько, что стало экономически оправданным создание сложного и дорогого оборудования. Согласно разработанной Институтом электросварки им. Е.О. Патона технологии стойки, отлитые из стали 20Л, последовательно присоединяют одна к другой контактной сваркой непрерывным оплавлением, причем нижние лапы *a* (рис. 6) и *д*, боковые стенки *б* и *г*, верхняя перемычка *в* свариваются одновременно (суммарное сечение 50 000 мм²). Стойки поступают на сборку без предварительной механической обработки, суммарный припуск на оплавление одной стойки составляет 4 0 мм.

Специальный сборочно-сварочный комплекс К-579 обеспечивает механизацию операций приема стоек, подачу их в зону сварки, совмещение базовых поверхностей, перемещение после сварки на заданный шаг и выдачу изделия после выполнения заданного числа стыков. Механизмы этого сварочного комплекса смонтированы на раме 1 (рис. 8).

Подвижная часть машины включает колонны 9 и 15 и траверсу 12. Колонны жестко соединены штангами 11, а между ними посредством гидропривода 14 может возвратно-поступательно перемещаться траверса 12. Перед началом загрузки стойки колонны 9 и 75 отводятся цилиндром 17 оплавления и осадки в крайнее правое положение. Очередная загружаемая стойка 19 поступает сверху на правый приемный стол 18 колонны 9. Совершая возвратно-поступательные перемещения между колоннами 9 и 15, траверса 12, имеющая торцовые упоры 10, поочередно досылает загружаемые стойки в рабочие зоны колонны 9 и неподвижного калибра 7, где производится сварка. Внутри калибра 7 и колонны 9, представляющих собой замкнутую конструкцию с окном в центре, в нижней их части встроены приемные столы 18, 20. При загрузке стоек и в процессе перемещения сваренной части *б* картера вдоль продольной оси по мере наращивания этой части столы приподнимаются гидроприводами в верхнее положение. После загрузки стоек приемные столы опускаются, и стойки своим основанием ложатся на нижние токоведущие губки 25.

На калибре 7 размещены пять сварочных трансформаторов 8. Выводы их вторичных обмоток прижаты гидроцилиндрами 26 с токоведущими колодками к зачищенным площадкам свариваемых деталей вблизи мест сварки. Токоподвод к нижним свариваемым площадкам *a* и *в* основания картера осуществляется прижатием их к губкам 25 гидроцилиндром 28, одновременно обеспечивающим и токоподвод к сечению *б* посредством колодки 27. Центрирование свариваемых элементов в поперечном направлении обеспечивает плоскость *A*, прижатие к которой создается усилием гидроцилиндра 29. После загрузки очередной привариваемой стойки траверса 12 отводится в исходное положение и жестко фиксируется относительно штанг 11 стопорными устройствами 13. При оплавлении и осадке детали 9, 12 и 15 жестко соединены штангами 11 и перемещаются по направляющим 5, закрепленным в стойках 2 и 16. Усилие осадки при сварке воспринимается с одной стороны торцовыми упорами 10 траверсы 12, а с другой — торцовыми изолированными упорами шагающего механизма, состоящего из двух траверс 3 и 4, шарнирно соединенных гидро цилиндром 23. Каждая траверса снабжена механизмами 24 фиксации положения относительно направляющих 5. Траверсы 3 и 4 установлены с зазором относительно направляющих валов и перемещаются по рельсовому пути 22. Между калибром 7 и шагающим механизмом расположена тележка 21, снабженная пружинными захватами для фиксации картера блока. По мере приварки стоек часть картера блока продвигается влево шаговым механизмом, а после завершения сварки и выгрузки картера шаговый механизм возвращается в правое исходное положение, перемещая перед собой тележку 21.

Подача стоек в машину обеспечивается специальным транспортирующим устройством (рис. 9). При подаче давления в полость *A* двухпоршневого цилиндра 1 захваты 5 разводятся на необходимое расстояние, растягивая пружины 4, и с помощью подъемного механизма 3 опускаются в зону захвата стойки 6. При сбросе давления из полости *A* цилиндра 1 захваты 5 под действием пружин 4 притягиваются друг к другу, захватывая стойку *б* и поднимая ее над стеллажом 8. При этом синхронизирующий шарнирный механизм 2 обеспечивает надежность захвата и постоянство положения транспортируемого груза. Тележка *P* перемещается по рельсам 7 и переносит захваченную стойку на позицию сварки.

В процессе сварки термический цикл и деформации всех пяти элементов стыка оказываются настолько близкими, что остаточные напряжения в направлении поперек стыка практически отсутствуют. Это позволяет получить длину картера с точностью $\pm 2,5$ мм, расстояние между осями цилиндров с точностью ± 1 мм, смещение осе и стоек в поперечном направлении не более 2 мм и пропелерность основания стоек ± 2 мм. Малые отклонения размеров картера позволяют намного уменьшить припуски на механическую обработку, а низкий уровень остаточных напряжений и однородность структуры сварных соединений — отказаться от отпуска картера после сварки. В условиях серийного производства эти особенности технологии являются весьма важными и обеспечивают значительный экономический эффект.

Картер заднего моста грузового автомобиля (листы 213 ... 215).

Изготовление сложных машиностроительных деталей и узлов требует выполнения ряда сборочных и сварочных операций в сочетании с операциями правки, механической обработки, контроля качества и транспортировки узла с одной позиции на другую. В крупносерийном производстве для этой цели используют автоматические линии, оснащенные специальным оборудованием.

Примером такой линии может служить автоматическая линия изготовления картера заднего моста грузового автомобиля ЗИЛ. Корпус картера (лист 213, рис. 1,а) сварен из двух горячештампованных заготовок 3 из стали 17ГС с клиновыми вставками 2. Наличие четырех клиновых вставок сильно усложнило сборку и сварку корпуса, однако упрощение формы раскроя заготовки под штамповку позволило существенно снизить расход металла, как это можно видеть на рис. 1, б. За счет использования клиновых вставок размер листа исходной заготовки уменьшился на величину заштрихованной части. Квадратная форма сечения средней части корпуса переходит в круглую по концам, где насажены и приварены фланцы 4 (рис. 1, а) угловыми швами и изготовленные из стали 35 цапфы 5 встык. В центральной части картера ("банджо") с обеих сторон отверстия приварены усилительный фланец 1 из стали 35 и крышка 6 из стали 20. Все швы — электродуговые, сваренные в CO₂, за исключением стыковых соединений корпуса картера с цапфами 5, выполненных сваркой трением.

Последовательность выполнения технологических операций в линии и общая ее компоновка показаны на рис. 3. Вся линия состоит из девяти стандов, которые объединены в три отдельных участка, имеющие накопители и способные работать автономно. В линии использованы шаговые конвейеры челночного типа, совершающие возвратнопоступательное движение, с подъемными устройствами на каждой позиции. Имеются конвейеры верхнего и нижнего типов.

Сварка продольных швов корпуса картера выполняется за два прохода. Корневые швы свариваются на вертикальной плоскости одновременно с двух сторон балки. Сварка вторых проходов ведется в нижнем положении с поперечными колебаниями электрода и автоматической заваркой кратеров. Так как швы расположены в нейтральной плоскости изгибаемой балки, то технические условия допускают непровар корня шва.

На стенде I (рис. 3) выполняются операции сборки половин (рис. 2) корпуса картера, установки клиновых вставок и сварки корневого прохода продольных швов. Стенд имеет четыре рабочие позиции. Как и на всех последующих стандах, первая и последняя позиции предназначены соответственно для установки и съема изделия. На промежуточных позициях выполняются технологические операции. Половины корпуса картера и клиновые вставки поступают на сборку из заготовительного цеха в контейнерах, кромки под сварку подготовлены механической обработкой.

Схема и последовательность выполнения операций на стенде I показаны на рис. 4, а ... г (лист 214), на котором цифрами обозначены последовательно выполняемые операции с указанием их содержания. Два оператора укладывают штампованные половины корпуса картера в пазы транспортирующего устройства на позиции 1. Все остальные операции выполняются автоматически. Поданный на позицию 2 корпус картера поднимается вверх до уровня сварочных головок. Против лысок, сфрезерованных на торцах собираемых заготовок, выставляется упор J (рис. 5, а, б). Выравнивание достигается ударом шарнирного упора 2 (рис. 5,б) по противоположному торцу. В поперечном направлении позиционирование половин обеспечивается подвижными упорами 3 и 4, а в вертикальном направлении прижимами 1. Прижатие собираемых заготовок осуществляется в трех местах; в области "банджо" и по концам. Клиновые вставки на позиции загрузки падают на поворотное устройство, где упоры 1 (рис. 6) ориентируют их, а рычаги 2 прижимают к опорным базам. Затем поворотные рычаги 1 (рис. 7, а) переводят клиновые вставки в вертикальное положение, а смещение этих рычагов в направлениях А и Б (рис. 7,б) обеспечивает установку каждой клиновой вставки в проектное положение с выборкой зазоров. С завершением сборки без прихватки одновременно производится сварка четырех корневых швов по схеме, показанной на рис. 8, а, горизонтальными швами на вертикальной плоскости с помощью копирных устройств. Сварка оставшихся четырех участков шва выполняется на позиции 3 (рис. 4, в) двумя сварочными головками по схеме рис. 8,б.

Между позициями 2 и 3 (рис. 4, б) имеет место кантовка собранного корпуса на 180° вокруг продольной оси. Схема кантовки показана на рис. 9. Вилка 2 кантователя поворачивает корпус 1 в пазы подвижной каретки конвейера. Привод кантователя осуществляется поворотом входного вала повышающего редуктора 3 рычагом 4 с копирным роликом, движущимся по копирной планке 5 в процессе передачи корпуса с одной позиции на другую.

Корпус, сваренный корневыми швами, поступает на позицию 4 (лист 213, рис. 3) и механической рукой сбрасывается в накопитель, где производится визуальный контроль выполненных сварных швов. Далее в линии на стандах II выполняется заполнение разделки продольных швов, которое ведется в нижнем положении с поперечными колебаниями электрода (лист 215, рис. 10). Поскольку эта операция идет с меньшей скоростью и занимает больше времени, чем сварка корневых швов, в линии предусмотрено раздвоение потока на два параллельных станда.

Сваренные корпуса с двух параллельных стандов II (лист 213, рис. 3) поочередно автоматически передаются механической рукой с поворотом на 90° на стенд III для правки фланцев "банджо" на гидропрессе, что необходимо для их последующей механической обработки.

Здесь, на позиции 10 нижний пуансон приподнимает балку до упора в верхний пуансон, создавая прогиб кромок "банджо" примерно на 2°. Затем на позиции 11 подающее устройство верхнего типа захватывает корпус и выносит его из линии для визуального контроля на позиции 11а. Контролер осматривает швы и, если корпус требует подварки, нажимает кнопку "дефект". По этой команде

подающее устройство опускает корпус на склиз, направляя его на подварку, а из накопителя забирает ранее подваренный корпус и подает его в линию. При качественных швах контролер нажимает кнопку "годен". Тогда подающее устройство уносит корпус в линию непосредственно.

Далее происходит передача корпуса на верхний конвейер с захватами клещевого типа, связывающий позиции станда IV. На них механически обрабатываются торцы корпуса, снимается усиление сварного шва на цилиндрической части концов, растачиваются отверстия и выравниваются фланцевые поверхности "банджо". Между позициями предусмотрено удаление стружки из полостей корпуса сжатым воздухом.

Сборка и сварка корпуса с фланцем 1 (лист 213, рис. 1) и крышкой 6 выполняется на стенде V (рис. 3). Сборка с фланцем происходит на позиции 16 и совмещена с передачей корпуса с верхнего конвейера станда IV на нижний конвейер станда V. Схема сборки по казана на рис. 11 (лист 215). В пазы нижнего конвейера 1 механической рукой укладывается фланец 2. Подъемным механизмом 3 фланец 2 захватывается и прижимается к нижней поверхности корпуса 4. Далее корпус освобождается от захватов 5 верхнего конвейера и вместе с фланцем опускается подъемником в базы исходной позиции нижнего конвейера станда V. Крышки укладываются оператором в магазин карусельного типа с шаговым поворотом стола на позиции 17д (лист 213, рис. 3). Механическая рука с кулачковым захватом автоматически подает крышку из магазина к месту сборки с корпусом на позицию 17 и располагает ее по центру "банджо". Подъемник с трехкулачковым патроном захватывает корпус с фланцем снизу, центрирует его и поднимает в позицию прихватки, прижимая к крышке. В таком положении производится прихватка фланца и крышки к корпусу картера двумя сварочными головками в последовательности, показанной цифрами на рис. 12 (лист 215).

Сварка угловых швов фланца и крышки выполняется на двух параллельных стандах VI (лист 213, рис. 3). Специальный манипулятор (лист 215, рис. 13) распределяет собранные под сварку узлы на два параллельных потока, одновременно выполняя кантовку корпуса на 90°. Приварка крышки выполняется на позиции 19 (рис.3). Манипулятор-подъемник захватывает корпус из баз конвейера и отверстием во фланце надевает на трехкулачковый патрон вращателя (лист 215, рис. 14, а, б). Сварка ведется в положении "в лодочку" с поперечными колебаниями электрода и изменением угла наклона на некоторых участках кругового шва с помощью кулисы и кулачка. Аналогично выполняется сварка углового шва фланца на позиции 20 (рис. 3). При этом манипулятор насаживает корпус на трехкулачковый патрон снизу (рис. 15,а, б).

На стенд VII (лист 213, рис. 3) сборки и сварки тормозных фланцев корпус поступает, проходя через промежуточный накопитель, выполненный в виде горизонтального конвейера (позиция 22). Технология сборки и сварки тормозных фланцев включает автоматическую подачу фланцев из вертикальных магазинов в зону сборки и центрирование их в зажимных патронах, которые с двух сторон одновременно насаживают фланцы на корпус. В таком положении на позиции 24 четыре сварочные головки сваривают корневые швы фланцев при вращении корпуса относительно продольной оси (лист 215, рис. 16). Для снижения концентрации напряжений угловые швы фланцев выполняют не непрерывными, а с разрывом в 90° в зоне растянутых волокон, как показано на рис. 17, а. Вторые слои этих швов выполняются на позициях 25 и 26 (лист 213, рис. 3). На каждой из них с помощью центрирующих элементов корпус закрепляется в поворотной раме. Поворотом рамы корпус снимается с конвейера и устанавливается в положение для сварки двух угловых швов "в лодочку" при вращении относительно наклонной оси (лист 215, рис. 17,б).

Разогрев концов корпуса при сварке угловых швов тормозных фланцев может явиться причиной нестабильности качества приварки цапф сваркой трением на стенде IX (лист 213, рис. 3). Для устранения влияния перегрева между стандами VII и IX установлен стенд VIII, представляющий собой вертикальный шаговый конвейер (позиция 27), работающий таким образом, что корпус не может пройти его быстрее, чем за 40 мин, в течение которых происходит его остывание. Передача корпуса картера в этот конвейер-накопитель, съем и выдача к установке для сварки трением осуществляется автоматически.

Приварка цапф трением выполняется на позиции 28 одновременно с двух сторон. Корпус картера центрируется по отверстию "банджо" и зажимается по тормозным фланцам (лист 215, рис. 18). Цапфы автоматически подаются из наклонных лотков накопителей 1. С помощью поворотного загрузочного устройства 2 две цапфы подаются в зону сварки. Патроны машины сварки трением, имеющие приводы вращения и продольного перемещения, захватывают цапфы, отходят назад, освобождая базы загрузочного устройства. Далее при вращении и продольном перемещении патронов с цапфами осуществляется процесс сварки при неподвижном корпусе картера. После окончания сварки патроны освобождают приваренные цапфы, и смонтированными на этих же патронах резцовыми головками производится удаление наружного грата.

Последние две позиции автоматической линии предусмотрены для автоматического контроля снятия грата после сварки трением и для визуального контроля сварных соединений тормозных фланцев и цапф.

Колеса автомобилей и тракторов (листы 216, 218).

Колеса транспортной техники выпускаются миллионами штук в год, и их производство отличается наиболее высоким уровнем автоматизации. Колесо легкового автомобиля состоит из обода и диска, соединяемых дуговой сваркой (лист 216, рис. 1, а), контактной сваркой (рис. 1, б) или сваркой трением (рис. 1, в).

Автоматические линии изготовления колес фирмы "Kieserling", работающие на ВАЗе, обеспечивают такт выпуска 4,5 с и производительность 720 колес в час. Участок изготовления обода в этой линии показан на рис. 2. Заготовкой является холоднокатаная плоская лента шириной 172 мм и

толщиной 2,5 мм, поставляемая в рулонах. Четыре рулона кран-балкой укладывают в накопитель, откуда тележка-подъемник поочередно подает их на шпиндели двухпозиционной рулонницы, у которой одна позиция рабочая, а вторая служит для зарядки очередным рулоном. Размотка рулона (позиция 1) производится роликами, осуществляющими предварительную рихтовку. В правильно-отрезной машине (позиция 2) лента окончательно правится и ножницами режется на полосы определенной длины, которые складываются пакетом в промежуточном накопителе. Из накопителя полосы поступают в завивочную машину (позиция 3), откуда свальцованные обечайки скатываются по желобу поочередно в одну из двух параллельно расположенных установок для стыковой контактной сварки (позиция 4). В этих установках с помощью щупа производится автоматический поиск стыка, закрепление свариваемых концов в губках сварочной машины, выполненных по радиусу кольца, и сварка. Далее сваренные кольца поступают в гратосрезающие машины (позиция 5), на обработку торца (позиция 6) и снятие фаски на кромках (позиция 7). После этих операций потоки объединяются и кольца поступают в желоб (позиция 8), в котором обеспечивается их принудительное охлаждение перед операциями профилирования.

На позиции 9 производится предварительное профилирование с помощью двух конических пуансонов, которые разжимают торцы кольца. Последующая профилировка осуществляется последовательно на трех машинах (позиции 10,11,12) путем раскатки кольца в профилировочных роликах. На позиции 13 производится окончательная калибровка путем разжатия обода двумя разрезными пуансонами, точно копирующими профиль обода.

Соединение обода с диском выполняется контактной сваркой с постановкой восьми точек. После пробивки вентильного отверстия и запрессовки диска в обод сварка выполняется на двух последовательно расположенных многоточечных машинах, каждая из которых ставит по четыре сварных точки.

Колесо грузового автомобиля (лист 217, рис.3)

также состоит из диска и обода, но имеет значительно большую толщину металла. Поэтому в отличие от производства колес легковых автомобилей заготовкой обода при производстве колес грузового автомобиля служит уже профилированная полоса (рис. 4). В поточной линии заготовка обода проходит операции: I — вальцовку, II — правку, III — спрямление концов, IV — обрезку концов, V — сведение концов, VI — сварку встык методом оглавления, VII — стяние грата, VIII — округление и IX — калибровку. Диск обода штампуют из листа, запрессовывают в обод на прессе и сваривают угловым швом в углекислом газе. Схема автоматической линии сварки колес показана на рис. 6. Подача собранных колес к четырем сварочным автоматам 1, 2, 3, 4 осуществляется магазином-конвейером 7 и шаговым конвейером 8. Четыре раздатчика 6 сдвигают колесо с конвейера к подъемнику соответствующего сварочного автомата. Схема работы подъемника показана на рис. 5. При подаче сжатого воздуха в правую полость пневмоцилиндра 1 рычаг 4 с вращающимся столиком 2 плавно поднимает колесо 3 и прижимает его к фрикционному диску вращения колеса, включая сварочный автомат. Конструктивное оформление подъемника и его компоновка со сварочным автоматом показаны на рис. 7.

После завершения сварки рычаг 4 (рис. 5) плавно опускает колесо на приемный стол сварочного автомата, и при подаче раздатчиком 6 (рис. 6) на сварку очередного колеса сваренное колесо сталкивается на конвейер 9, по которому оно поступает на дальнейшие операции. В тех случаях, когда какой-либо сварочный автомат не работает, соответствующий ему раздатчик также не работает, несваренное колесо доходит до конца шагового конвейера 8 и автоматически перегружается на конвейер возврата 5, который доставляет несваренное колесо к началу линии.

Переднее колесо трактора (рис.8) имеет прерывистый сварной шов. Условия сварки таких швов исключают возможность их перекрытия, как бывает при непрерывных швах, поэтому повышаются требования к технологии выполнения начала шва и заварки кратера в конце шва, требуется взаимное ориентирование сварочных головок и свариваемых участков. Все это не позволяет получить высокие скорости сварки, и требуемая производительность обеспечивается одновременной работой двух или четырех сварочных головок, каждая из которых при горизонтальном положении изделия производит сварку отдельного шва. Схема станка-автомата для сварки колес с прерывистыми швами показана на рис. 9. Диск и обод колеса в собранном виде подаются на приемные линейки 3 сварочного автомата, подвешенные к траверсе 4. Траверса пневмоцилиндром 5 перемещается вниз по направляющим станины 1 и опускает колесо на приемную планшайбу 8 вращателя 2. Подвод сварочного тока к вращающемуся колесу производится с помощью токосъемных проволочных щеток 9. Сварочные головки 6, закрепленные на траверсе 4, также опускаются вниз, и сварочные мундштуки 7 попадают в зону сварки. Механизм ориентации обеспечивает вращение колеса и его остановку в момент, когда концы спиц колеса встанут напротив сварочных мундштуков 7. Далее по программе осуществляется процесс сварки.

При увеличении грузоподъемности транспортных средств обода колес делают составными. На рис. 10 (лист 218) показан обод колеса прицепа к трактору "Кировец", состоящий из деталей 1 и 2. Детали изготавливают из горячекатаного спецпрофиля, поступающего с металлургического предприятия в пакетах.

Сборка ободов производится с помощью прессы (рис. 11). Комплект из двух деталей 3 и 4 в зону сборки подается двухъярусным роликовым конвейером. Разжимная матрица 6 сборочного приспособления штоком гидроцилиндра 8 перемещается вверх и вводится внутрь собираемых деталей, занимая положение, показанное на рис. 12, а. При этом положении матрицы приводом от поршня 1 (рис. 11) гидроцилиндра 7 конус 5 опускается вниз, обеспечивая разжатие секторов матрицы 6 и устраняя возможную эллипсность заготовок (рис. 12,б). Затем шток цилиндра 2 совершает ход вниз и

запрессовывает детали друг в друга (рис. 12, в). Находящиеся под нагрузкой детали прихватывают в трех точках механизированной сваркой.

Сварка основного внутреннего шва производится с наклоном оси колеса относительно вертикали и наклоном оси сварочного мундштука относительно оси колеса (рис. 13, а, б). Углекислый газ в зону сварки подается по газоподводящей трубке (рис. 14). Чтобы обеспечить высокое качество сварного шва и большую скорость сварки, необходимо точное ориентирование сварочного мундштука относительно свариваемых кромок. Для устранения вертикальных (рис. 15, б) и горизонтальных (рис. 15, д) смещений электрода обычно применяют копирные ролики, перемещающиеся по свариваемым кромкам на некотором расстоянии перед дугой (рис. 16, а, б). Однако повышенное разбрызгивание при сварке в углекислом газе и налипании брызг металла на кромки и копирные ролики затрудняют работу последних, что может приводить к браку. Значительно лучшие результаты дает применение копирных роликов в зонах, приближенных к зоне сварки, но защищенных от попадания брызг (рис. 17).

Применение сварки трением (листы 219, 220).

При изготовлении сварных деталей машин все шире применяют сварку трением. Получение при этом значительного технико-экономического эффекта обеспечивает высокая производительность процесса (60 ... 450 сварок в час), высокая стабильность качества сварных соединений, простота автоматизации и управления параметрами процесса. Отсутствие при сварке брызг и высокая точность соединения позволяют соединять детали, прошедшие окончательную механическую обработку, а также термообработку и шлифовку. По сравнению со стыковой контактной сваркой упрощается подготовка детали к сварке и уменьшаются припуски на оплавление и осадку. На рис. 1 (лист 219) приведены примеры эффективного использования сварки трением взамен пайки (рис. 1, а), контактной сварки (рис. 1, б), механического разъемного соединения (рис. 1, в, г). Иногда сварку трением применяют с целью снижения массы монолитных деталей (рис. 1, д). При изготовлении сварных (рис. 2, б, в) блоков зубчатых колес взамен монолитных (рис. 2, а) из-за упрощения формы и массы поковок сокращается расход металла. Кроме того, появляется возможность использовать заготовки из различных материалов.

Примеры характерных восьми типов сварных соединений деталей 1 и 2 и вариантов подготовки их кромок под сварку трением приведены в виде таблицы на рис. 3 (лист 220). При выборе типа соединения отдают предпочтение соединениям полых сечений, поскольку при этом обеспечивается более равномерный их разогрев при сварке. Так как грат, образующийся при сварке трением, часто не влияет на работоспособность детали, для исключения операций по его удалению на свариваемых заготовках иногда делают специальные технологические канавки — ловушки для размещения грата (рис. 3, п. 3, в).

На рис. 4 показаны примеры конструкций, изготовленных сваркой трением, в которых детали круглого сечения соединяются с квадратными, шестигранными и плоскими.

Наибольшее распространение сварка трением получила в автомобильной промышленности. Характерные детали представлены на рис. 5, а... в; б. Расчленение деталей на отдельные элементы имеет целью упрощение технологии изготовления, снижение массы и выбор материала отдельных частей в соответствии с требованиями прочности и износостойкости, так как вопросы свариваемости при сварке трением имеют второстепенное значение. Так, например, расчленение надставки полуоси трактора (рис. б) на две детали позволяет внутренние шлицы на левой части получать методом протяжки, причем при последующей сварке трением обеспечивается сохранность шлицов и соосность соединяемых заготовок.

После сварки трением и удаления грата детали, как правило, сразу поступают на сборку, за исключением случаев, когда поверхности, требующие шлифовки, попадают в зону работы захвата сварочной машины (рис. 5, а). В этом случае шлифовка выполняется после сварки.

Карданные валы (листы 221, 222).

Карданные валы (лист 221, рис. 1; лист 222, рис. 3) имеют среднюю часть в виде трубы 2, к концам которой приваривают или две вилки, или с одной стороны — вилку, а с другой стороны — шлицевой хвостовик 1 или шлицевую втулку.

Сборку под дуговую сварку осуществляют по посадочным поверхностям механически обработанных заготовок на горизонтальном гидравлическом прессе усилием 100 кН (лист 221, рис. 2). Шлицевую втулку 1 надевают на оправку 6, вилку 3 фиксируют по отверстиям с помощью пальца 4 (операция 1). Затем оператор, придерживая трубу 2, включает гидро цилиндр 5, осуществляя запрессовку до упора буртиков вилки 3 и шлицевой втулки 1 в кромки трубы 2 (операция 2). После обратного хода пресса (операция 3) собранный вал поступает на проверку биения оси (операция 4). В шлицевую втулку вставляют оправку 8, в отверстия втулки — палец 10 с центровочным отверстием. С помощью этих деталей вал устанавливают в центрах 12 бабок 7 и 77, индикаторами 9 часового типа определяют биение вала и, в случае необходимости, осуществляют правку ударами молотка (операция 5).

Сварку кольцевых швов карданного вала выполняют на четырехпозиционном сварочном автомате барабанного типа (операции 6 и 7). Собранный вал оператор устанавливает на позиции А, центрируя его с одной стороны по внутреннему диаметру шлицевой втулки 7 конусом 14; с другой стороны оператор опускает вилку 3 отверстием на палец 18 и фиксирует сверху планкой 75, которая может откидываться при помощи подпружиненной рукоятки 16.

При повороте барабана 13 на 90° вал поступает на позицию *Б* под сварочные головки 79. С помощью муфты 7 происходит включение вращения детали со сварочной скоростью и в то же время подается питание к сварочным головкам. При этом оба кольцевых шва свариваются одновременно.

По сравнению с дуговой сваркой кольцевых швов карданных валов, использование сварки трением позволяет автоматизировать выполнение сборочно-сварочных операций значительно более полно. При этом наблюдается существенное снижение деформации вилки и смещения отверстий под подшипники, а одновременная сварка двух стыков обеспечивает требуемую соосность свариваемых деталей.

Последовательность операций при использовании специальной установки для сварки трением представлена на рис. 4 (лист 222).

Предварительно в проточку шлицевой втулки 7 оператор закладывает уплотнительную гельную заглушку 4, препятствующую попаданию смазки из шлицевого соединения в трубу карданного вала (операция 1). Затем в левый зажимной патрон 5 он вставляет вилку 3, а в правый зажимной патрон *б* — шлицевую втулку 1 с заглушкой 4 (операция 2). Этот же оператор периодически загружает накопитель 7 трубами 2 (операция 3). Далее операция 3 и все остальные операции выполняются автоматически. Отсекатель 9 поворачивается ходом поршня пневмоцилиндра 8, и очередная труба скатывается на торцовые упоры 10 рычагов 12, а отсекающий 9 возвращается в исходное положение. Рычаги 12 вместе с трубой 2 поворачиваются пневмоцилиндром 13 и опускают трубу 2 на нижнюю губку 14 зажима. При этом торцовые упоры 10 ходом поршня пневмоцилиндра 11 устанавливаются так, что освобождают трубу 2, и рычаги 12 возвращаются в исходное положение. Затем поворотом рычага от пневмоцилиндра 77 верхняя губка 15 зажима подводится к нижней губке 14 (операция 4) и пневмоцилиндром 16 осуществляется зажатие трубы 2 между губками 14 и 15. После этого включается вращение патронов 5 и 6 с зажатыми деталями с одновременным их сближением и осуществляется сварка двух стыков по заданной программе (операция 5). Затем патроны 5 и 6 разжимаются и расходятся (операция 6). Последовательным включением пневмоцилиндров 16 и 17 освобождается от зажатия труба карданного вала и отходит в исходное положение губка 15 верхнего зажима. Коромысло 18, поворачиваемое пневмоцилиндром 19, подхватывает сваренный карданный вал и подает его в накопитель 20 с флажками 21, регулирующими расстояние между валами в накопителе. Готовые карданные валы укладывают в контейнеры и транспортируют автопогрузчиком.

Применение электронно-лучевой сварки, лазерной сварки (листы 223, 224).

Швы с глубоким и узким проплавлением при минимальных деформациях свариваемых деталей позволяют получать электронно-лучевая сварка. Этот метод перспективен для сварки блоков зубчатых колес из готовых термически обработанных заготовок. На рис. 1 (лист 223) и 2 показаны детали коробки передач автомобиля, свариваемые электронно-лучевой сваркой. Сборка деталей под сварку должна обеспечить отсутствие зазора по сопрягаемым торцовым поверхностям и гарантированный натяг по сопрягаемым цилиндрическим поверхностям. Для обеспечения сборки кольца 1 (рис. 3) муфты синхронизатора с зубчатым колесом 2 на кольцо со стороны сопрягаемого с зубчатым колесом торца делается фаска, а на внутренней сопрягаемой цилиндрической поверхности выполняется несколько канавок *а* глубиной 0,2 ... 0,4 мм для удаления воздуха из полости *А* в процессе создания вакуума в камере сварочной установки.

Для сборки блоков зубчатых колес наряду с электронно-лучевой сваркой может применяться и сварка лазером. Этот процесс вследствие высокой концентрации энергии обеспечивает малый объем расплавленного металла. Для снижения жесткости соединения и уменьшения скорости охлаждения металла в зоне сварного шва на деталях протачивают технологические канавки (рис. 2). В отдельных случаях при небольших нагрузках детали блоков зубчатых колес могут быть соединены с помощью клея (рис. 4), однако точность таких соединений ниже, чем сварных.

Сварные диафрагмы паровых турбин (рис. 5) изготавливают с применением дуговой или электронно-лучевой сварки. Диафрагма состоит из обода 1, внешней 2 и внутренней 4 бандажных лент, направляющих лопаток 3 и тела диафрагмы 5. Как правило, лопатки устанавливают в пазы бандажных лент с углублением 2 ... 3 мм и приваривают к ним. Соединение направляющих лопаток с бандажной лентой и ободом показано на рис. 6. Обозначения позиций соответствуют рис. 5. При дуговой сварке указанных соединений из теплоустойчивых сталей могут возникать холодные трещины. Эти дефекты исключаются при применении электронно-лучевой сварки диафрагм (рис. 7, *а, б*). Для улучшения формирования корня шва и снижения в этом месте концентрации напряжений в ободке 1 и теле диафрагмы 2 делают небольшие прямоугольные выточки *а*.

Технология изготовления лопаток газовой турбины мощностью 300 ... 800 тыс. кВт предусматривает сварку пакетов, состоящих из двух лопаток (лист 224, рис. 8). Каждый пакет лопаток 1 и 3 сваривается тремя швами. Верхний шов (рис. 8, *а*) соединяет лопатки по наружному ободу, два других шва проходят по боковым граням хвоста лопаток (рис. 8, *б*). Для качественного формирования начала шва используют входные планки 2 и 4.

Схема специализированной установки для электронно-лучевой сварки пакетов лопаток показана на рис. 9. Вакуумная камера 6 представляет собой полый барабан, который своими цапфами опирается на две стойки 10. Червячная пара 2 может поворачивать камеру относительно горизонтальной оси. При неподвижной вакуумной системе возможность вращения камеры обеспечивается скользящим вакуумным уплотнением, расположенным на левой цапфе. В камере имеются три электронных пушки, Электронная пушка 8 размещена в правой цапфе каретки 9, обеспечивающей вертикальное перемещение пушки вдоль стыка с рабочей и маршевой скоростью и продольное установочное перемещение, которое производится вручную с помощью пары винт — гайка и маховичка, выведенного наружу. Электронные пушки 7 расположены в коробах верхней и нижней крышек и могут

перемещаться от приводов 4 в продольном направлении. Кроме того, они имеют механизмы установочного углового перемещения. Свариваемые лопатки 3 крепят на поворотном столе 5.

Для загрузки деталей камера имеет съемную верхнюю крышку. Порядок загрузки следующий. Камеру переворачивают верхней крышкой вниз, к крышке подходят подвижные кронштейны 7, которые принимают крышку и опускают ее вниз. Открытую камеру разворачивают разъемом вверх. Краном опускают и устанавливают на поворотный стол 5 диск с пакетом лопаток или диафрагму и закрепляют захватами. Камеру вновь разворачивают разъемом вниз и закрывают крышкой. Далее включают вакуумные насосы. Откачка вакуума может совмещаться с поворотом камеры в рабочее положение.

Применение электроннолучевых установок с поворотными камерами позволяет значительно сократить рабочий цикл и уменьшить объем вакуумных камер. Другое направление повышения производительности электронно-лучевой сварки связано с применением многолучевых электронных пушек. Например, для сварки сепараторов шарикоподшипников (рис. 10) применена девятилучевая газоразрядная электронная пушка, схема которой показана на рис. 11.

Для формирования девятилучевого пучка электронно-оптическая система имеет плоский сменный катод 2, закрепленный на катододержателе 1, и узел формирующих электродов, состоящий из диафрагмы-анода 3, модулирующего электрода 4 и экрана 5. Девять соосных отверстий а, б и в, проходящих соответственно через детали 3, 4 и 5, расположены равномерно по окружности диаметром 53,5 мм и формируют девять сварочных электронных лучей. Таким образом, сварка всех девяти точек на сепараторе происходит одновременно, что в сочетании с системой вакуумного шлюзования шарикоподшипников в зону сварки обеспечивает высокую производительность, требующуюся в условиях массового производства.

Сварные заготовки деталей машин (листы 225, 226).

Производство сварных заготовок деталей (лист 225, рис. 1, б; 2,б) вместо литых (рис. 2, а) цельнокованых и цельноштампованных (рис. 1,а) позволяет сократить расход металла и уменьшить объем последующей механической обработки. Так, при вырубке из листа заготовок плоских гаек (рис. 3, д) до 60 % металла идет в отходы. Подобные детали можно делать из прутковых сварных заготовок с последующей их формовкой в штампе (рис. 3,б). Примеры различных деталей в сварном исполнении приведены на рис. 4.

Перспективным направлением экономного использования металла является замена операций штамповки заготовок для сварных конструкций формованием их из специального проката, совмещенным непосредственно со сварочной операцией.

Примером совмещения формовочной и сварочной операций в одном агрегате является производство тормозных колодок автомобилей. Сварная тормозная колодка (рис.5) состоит из ребра 1 и обода 2, имеющих толщину 5 ... 6 мм и соединенных между собой контактной рельефной сваркой по специально выштампованным выступам. Принцип работы автоматической установки показан на рис. 6. Главным рабочим механизмом станка-автомата является сборочный кондуктор-вращатель 1 с зажимным устройством, состоящим из передней 2 и задней бабок, между которыми зажимается ребро колодки. Зажимные элементы бабок выполнены в виде коротких цилиндрических валков или плоских фланцев, радиус которых равен наружному радиусу ребра. Зажимной элемент 3 задней бабки состоит из двух одинаковых половин, каждая из которых может передвигаться в осевом направлении под действием силового пневмоцилиндра и, таким образом, может зажимать или освободить от зажатия ребро колодки. В выдвинутом положении "половина" прижимает ребро к опорному фланцу вращателя, во втянутом положении — освобождает от зажатия готовую колодку после сварки. К вращающимся зажимным элементам присоединяется один конец вторичной цепи трансформатора и подводится сварочный ток с помощью обычных скользящих токосъемников. Другой конец вторичной цепи таким же способом присоединяется к верхнему нажимному ролику 7, перекачиваемому во время сварки по ободу изделия. Таким образом, верхний ролик 7 выполняет одновременно функции катящегося электрода и гибочного вала, который формирует обод и прижимает его к ребру свариваемой колодки.

Два автоматических питателя обеспечивают подачу заготовок. Питатель 5 производит периодическую подачу ребер в зажимное устройство вращателя машины, питатель 6 выдает плоские ободья под верхний ролик машины. подача обеих заготовок синхронизирована, что обеспечивает точность их взаимного расположения при сборке.

Циклическая работа машины происходит при непрерывном вращении главного механизма. Полный цикл совершается за один оборот: при первом полуобороте происходит вальцовка, сборка и сварка, при втором — выгрузка готового изделия и закладка следующих заготовок.

По принципу совмещения формовочной и сварочной операций создана полуавтоматическая установка для навивки шнеков пневмовинтовых насосов (лист 226, рис. 7, а ... в; 8), выполняющая операции нагрева, навивки и приварки полосы. Установка имеет привод 1, муфту 10, переднюю 2 и заднюю 6 бабки, соединенные балками 8. По направляющим 5 перемещается суппорт 9, который с помощью группы роликов направляет полосу в процессе навивки, задавая требуемый шаг витка. Две сварочные головки 3 производят приварку шнека к трубе. Нагревательное устройство 4 обеспечивает нагрев полосы перед ее подходом к зоне деформирования. Шаг навивки может быть различным и задается шнекомкопиром 7, закрепленным в нижних центрах установки.

Применительно к массовому производству однотипных деталей небольшого габарита (рис. 9) эффективно использование автоматов роторного типа, в которых рабочие инструменты имеются на всех позициях ротора и вращаются вместе с ним. Высокая производительность таких автоматов дос-

тигается одновременной обработкой нескольких изделий на позициях, расположенных в пределах рабочего сектора θ (рис. 10). Станок-автомат для сборки тракторных катков и сварки их кольцевым швом (рис. 11 и 12) является примером использования роторной схемы. Ротор оборудован четырехместной планшайбой со специальными устройствами для сборки, закрепления и вращения катка. Над каждым таким устройством (гнездом ротора) установлена сварочная головка 5 (рис. 12) с катушкой 7 электродной проволоки и флюсоподающими трубками 8 и 6. Планшайба и кольцевая обойма со сварочными головками смонтированы на общем вертикальном валу и вращаются вокруг его оси, обеспечивая производительность 150 шт/ч при скорости сварки 1 м/мин.

Автомат работает следующим образом. Из загрузочного лотка 1 (рис. 11), снабженного системой отсекающей, обе заготовки 2 одновременно поступают в приемную призму 12 манипулятора. Затем под действием пневмоцилиндра 4 фиксатор 5 входит в зацепление с ротором 3, после чего весь манипулятор 7 начинает поворачиваться вместе с ротором 3 вокруг оси вала 6. При этом пневмоцилиндр 11 по направляющим 10 подает призмы 12 вверх до уровня зажимных пинолей, центрирующих половины катка с прижатием их друг к другу. После этого цилиндр 11 опускает порожнюю призму 12 вниз, цилиндр 4 выводит из зацепления фиксатор 5 и весь манипулятор 7 возвращается в исходное положение пневмоцилиндром 9, закрепленным на станине 8. Далее включается сварочный вращатель с приводной 2 (рис. 12) и хвостовой 4 бабками, и начинается процесс сварки. При этом ротор 1 и изделие 3 непрерывно и равномерно вращаются относительно своих осей. После того как свариваемый каток совершает полный оборот вокруг своей оси и 3/4 оборота вокруг оси ротора, сварка прекращается и изделие выгружается на ходу при определенном положении ротора.

ДЕТАЛИ ПРИБОРОВ

Сильфоны, транзисторы (лист 227) .

При изготовлении деталей приборов сваривают самые разнообразные материалы в различных сочетаниях при толщине от сотых долей миллиметра до нескольких миллиметров. Упругие чувствительные элементы давления (мембраны, сильфоны) изготавливают обычно из бронзы или из коррозионно-стойкой стали толщиной 0,05 ... 0,5 мм, подвергнутой нагартовке для создания определенных упругих характеристик. К сварным соединениям предъявляют требования прочности и плотности. Сваривают эти элементы аргонодуговой, микроплазменной, электронно-лучевой или контактной сваркой, принимая меры по ограничению зоны разогрева при сварке. На рис. 1 показан сильфон, изготовленный оплавлением отбортовок штампованных мембран по наружным и внутренним контурам. Сварку обычно проводят токами в несколько ампер с сопловой защитой зоны шва или с применением стеклянных накладных микрокамер для уменьшения сдувания аргона.

Мембранные чувствительные элементы сваривают или шовной контактной сваркой, или методом сварки плавлением. В первом случае (рис. 2) применяют приспособление для закрепления и синхронного вращения деталей 1 и роликовый электрод 2. Во втором случае (рис. 3) для предотвращения прожогов и уменьшения общего разогрева изделия применяют медные оправки-холодильники 1, в которых зажимают свариваемое изделие 2. Сварочная дуга оплавляет кромки, и кольцевой шов формируется у кромок приспособления.

В случае приварки тонкостенных элементов 4 (рис. 4) к более толстым элементам 3 арматуры для прижатия тонкостенной детали и теплоотвода от места сварки используют массивную оправку 5 цветового типа, разжимаемую конусом 2. Сварочная горелка 1 перемещается по свариваемым кромкам, причем для уменьшения толщины более массивной детали в зоне сварного шва на ней делают технологические канавки. Другая конструкция соединения тонкостенного элемента с толстостенными деталями арматуры показана на рис. 5, а, б.

В большом объеме соединения сваркой и пайкой применяют при производстве транзисторов и микросхем (рис. 7). Основными конструктивными элементами полупроводниковых приборов являются (рис. 6): основание 3 корпуса, подложка 5 интегральной схемы, закрепляемая на основании с помощью клея, металлические выводы 1, закрепленные в основании с помощью изоляторов 2, и крышка 4. С помощью сварки и пайки выполняют три главные операции: закрепление кристаллов на подложках, присоединение электродных выводов и герметизацию корпусов.

Закрепление кристаллов на подложке производится контактно-реактивной пайкой или пайкой эвтектическими сплавами. Во втором случае (рис. 8) в процессе сборки кристалла с подложкой эвтектический сплав с температурой плавления примерно 360 °С в виде прокладки 1 (рис. 8, а) помещается между соединяемыми деталями. Вакуумный пинцет 2 захватывает прокладку и устанавливает ее на подложку 3 (рис. 8, б) основания микросхемы, которое прижимами 4 прижато к нагревателю 5. Вакуумный пинцет 2 захватывает кристалл 6 (рис. 8, в) и устанавливает его на прокладку припоя (рис. 8, г). Далее включается нагреватель и происходит пайка, которая контролируется визуально с помощью микроскопа. Охлаждают детали после завершения пайки обдувом их защитным газом.

Приварка электродных выводов (лист 228).

Присоединение электродных выводов к кристаллам можно выполнять термокомпрессионной сваркой при создании в зоне контакта нагрева и давления, но без расплавления соединяемых материалов. На рис. 1 показаны варианты нагрева зоны соединения при термокомпрессионной сварке кристалла 3 с электродным выводом 2 и корпусом 4, при которых нагреватели 6 могут располагаться или в столике 5 (рис. 1, а), или в инструменте 1 (рис. 1, б), или одновременно и в инструменте и в

столике (рис. 1,е). Нагрев инструмента можно осуществлять и путем пропускания через него электрического тока по схеме рис. 1,г.

Конструкция инструмента и технология термокомпрессионной сварки выводов показаны на рис. 3. По схеме рис. 3, а на конце электродной проволоки 1, проходящей через капилляр 3 при открытом зажимном устройстве 2, с помощью пламени водородной горелки 4 образуют шарик 5 (положение I). Деформация этого шарика при ходе капилляра вниз обеспечивает развитый и надежный контакт электродного вывода 6 с кристаллом 7 (положение II). Второй конец вывода 6 к контактной площадке 8 корпуса 9 может быть присоединен после смещения площадки 8 или капилляра 3 (положение III) внахлестку (положение IV). Форма контакта (зона А) показана на виде сверху готового вывода 10. По схеме рис. 3, б электродную проволоку подают в зону сварки из сопла 12, совмещающую с инструментом 11 в виде клина и прижимают к кристаллу. После приварки вывода электродную проволоку обрезают на нужную длину и второй конец приваривают аналогичным образом. Форма мест соединения (зоны А) показана на виде сверху, обозначения остальных элементов соответствуют рис. 3, д. Схема рис. 3, в близка к схеме рис. 3, а, однако в этом случае шарик не образуют, а изгибают электродную проволоку под прямым углом, приваривают ее нахлесточным соединением к кристаллу. Затем проволоку вытягивают из капилляра с образованием петли и повторно приваривают к контактному выводу. После некоторой вытяжки проволоку обрезают ножом 13, отгибая оставшийся у капилляра конец для подготовки его к следующей сварке. Более сложная форма инструмента 14 (рис. 3, г) позволяет получить развитую поверхность в зоне соединения и соответственно большую прочность.

Микроразъемную сварку (рис. 2) используют для приварки выводов толщиной свыше 20 мкм. Двусторонняя сварка (рис. 2, а) применяется редко. Односторонняя сварка более удобна для приварки тонких элементов и может выполняться или двумя электродами (рис. 2,б), или сдвоенным (рис. 2, в), или строенным (рис. 2,г) электродом.

Производительный процесс групповой приварки выводов показан на рис. 4. В зону сварки кристаллы (рис. 4,д) подаются на подложке J, к которой они приклеены все ком. Подложка уложена на подставке 3, размещение! на координатном столике. Предварительно сформированные выводы 1 подаются в зону сварки по направляющим планкам 2. После совмещения положения выводов с контактными выступами на кристалле, которое осуществляется оператором с помощью микроскопа, выводы опускаются до соприкосновения с контактными выступами в зону сварки подается защитный газ (рис. 4,б). Сварочная головка б (рис. 4, в) опускается, и при пропускании через нее импульса тока одновременно происходит образование соединения обоих выводов с кристаллом. Вследствие нагрева кристалла плавится воск, и после подъема сварочной головки освобожденный кристалл вместе выводами поднимается вверх (рис. 4, г), а затем смещается вправо на шаг (рис. 4, д). В зону сварки подается слева очередной вывод, а координатный столик смещает вправо на шаг подставку 3, которая подает к месту сварки очередной кристалл.

Герметизация корпусов микросхем (листы 229, 230).

Схема автоматизированного процесса сборки, приварки выводов и герметизации при изготовлении транзистора КТ-315 показана на рис. 1 (лист 229). В процессе шагового перемещения ленты производится ее перфорация пробивкой фигурных отверстий (рис. 1,я), укладка и пайка кристалла (рис. 1,б), приварка выводов к кристаллу и обрезка их в размер пламенем горелки (рис. 1, в), разводка выводов на ленту и приварка их к перемычкам ленты (рис. 1, г), обрезка перемычек ленты со стороны кристалла (рис. 1, д). Герметизация кристалла и электродных выводов осуществляется окутанием их в форму с жидкой пластмассой (рис. 1, е), и только на заключительной операции обрубает непрерывную кромку ленты, получая готовые изделия (рис. 1,ж,з).

Металлические корпуса полупроводниковых приборов герметизируют с помощью сварки. Положение кромок при герметизации электронно-лучевой сваркой показано на рис. 2. Корпус вращают вокруг оси, перпендикулярной к оси электронного луча. Такой технологический прием позволяет герметизировать корпуса как круглой, так и прямоугольной (рис. 3, а, б) формы, что дает возможность обойтись без копировальных устройств для перемещения луча по заданному контуру.

Операция герметизации может быть выполнена лазерной сваркой. На рис. 4 показана четырехместная кассета-манипулятор для герметизации корпусов микросхем. В корпусе 6 установлены четыре шпинделя 1 б, закрепленные в основании 14 с помощью шариковых подшипников 13. Вращение на шпиндели передается через зубчатые колеса 17, взаимодействующие с рейкой 15, проходящей вдоль корпуса. Герметизируемая микросхема 11 устанавливается на столик 12, форма которого соответствует ее конфигурации. Крышка прижимается к корпусу плоской пружиной 2 и башмаком 10, в верхней части которого в подшипнике 9 установлен упор 8. Пружины 2 закреплены на скобе 1, которая устанавливается на кассету по упорам 7 и крепится деталями 5, 4 и 3.

При перемещении рейки 15 все четыре корпуса микросхем одновременно вращаются вокруг своих осей при неподвижном лазерном луче. В случае герметизации прямоугольных корпусов их враще

ние производят ступенчато на 90° и сварку каждого шва ведут при перемещении всей кассеты относительно неподвижного луча.

При герметизации прямоугольных корпусов с закруглениями (лист 230, рис. 6) перемещение изделия задают с помощью копирного шаблона (рис. 5), приводимого в движение ведущим роликом 5 и прямолинейной направляющей 6. Последовательные положения шаблона при сварке сторон 1 ... 4 изделия и закруглений показаны на позициях I ... IX.

Высокую производительность при сварке корпусов любой формы обеспечивает контактная конденсаторная сварка. Взаимная центровка соединяемых элементов, исключающая их смещение,

осуществляется сварочными электродами 1 и 5 (рис. 6) с вставками 3. Electroды перемещаются в металлических втулках 2, запрессованных в текстолитовый стакан 6 и разделенных изолирующим кольцом 4. В контакте свариваемых деталей с целью локализации выделяемого при сварке тепла создают рельеф (рис. 7, а, б), что обеспечивает получение надежной герметизации. В случае, если свариваемые детали изготовлены из меди и рельеф не обеспечивает требуемой величины сопротивления, в зону контакта вводят дополнительный элемент — фигурное кольцо из никеля (рис. 7, в). В некоторых случаях для увеличения контактного сопротивления применяют крышки с наклонным фланцем, который соединяется с фланцем основания по схеме рис. 8, а или б.

В случае изготовления корпусов из пластических масс возможна их герметизация холодной сваркой, достоинством которой является исключение разогрева элементов микросхем. Применяют схему односторонней холодной сварки (рис. 9, а), при которой преимущественно деформируется одна из соединяемых деталей, и схему двусторонней сварки (рис. 9, б), при которой обеспечивается одинаковое деформирование свариваемых кромок. Значительные пластические деформации при холодной сварке заставляют усложнять конструкцию корпусов.

Для разгрузки оснований полупроводниковых приборов от механических напряжений и исключения повреждений кристалла, выводов и изоляторов в зоне фланцев предусматривают специальные разгрузочные канавки а (рис. 10, а, б).

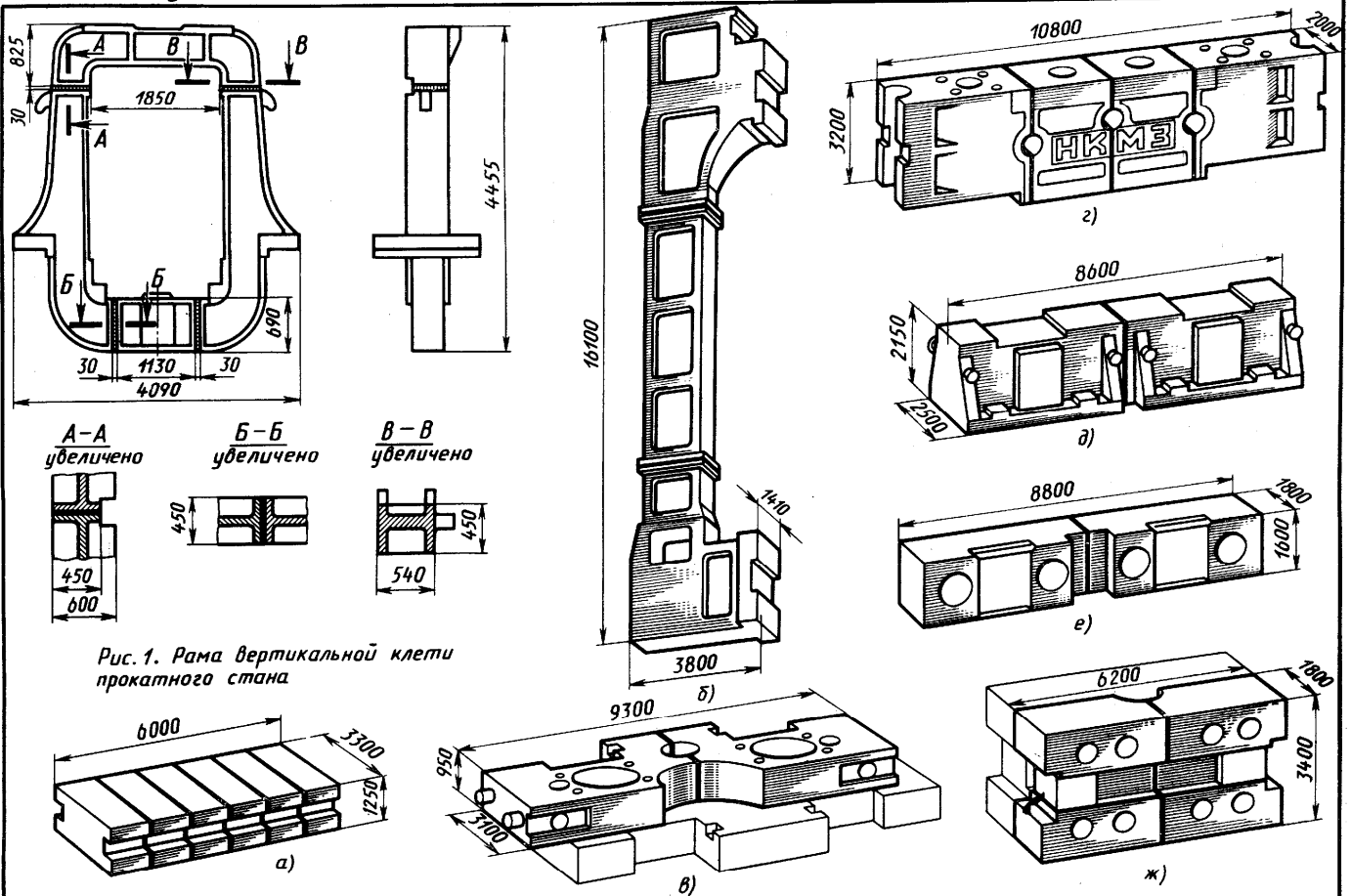


Рис. 1. Рама вертикальной клетки прокатного стана

Рис. 2. Детали пресса усилием 650 МН, изготовленные с помощью электрошлаковой сварки

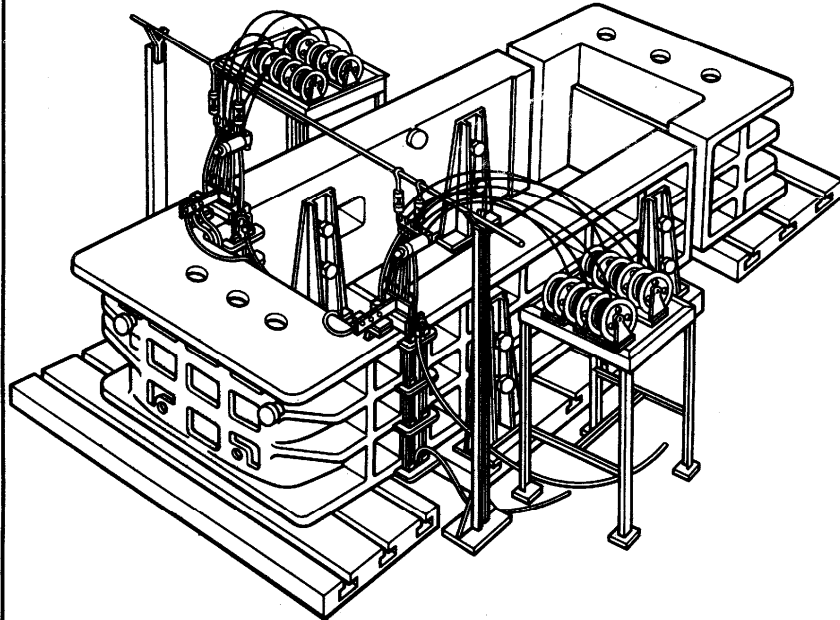


Рис. 3. Рама щековой дробилки, собранная под электрошлаковую сварку плавящимся мундштуком

Рис. 4. Сварные соединения станин прессов, изготовленных из толстолистного проката

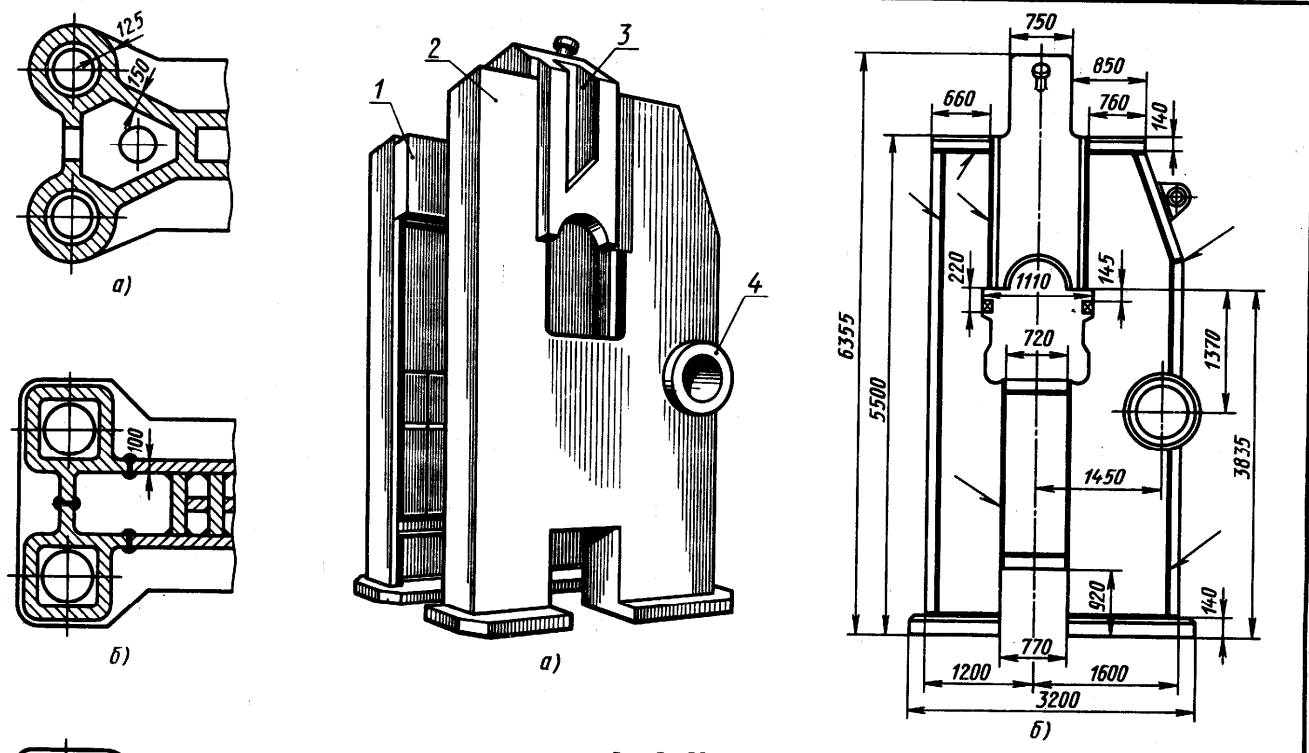
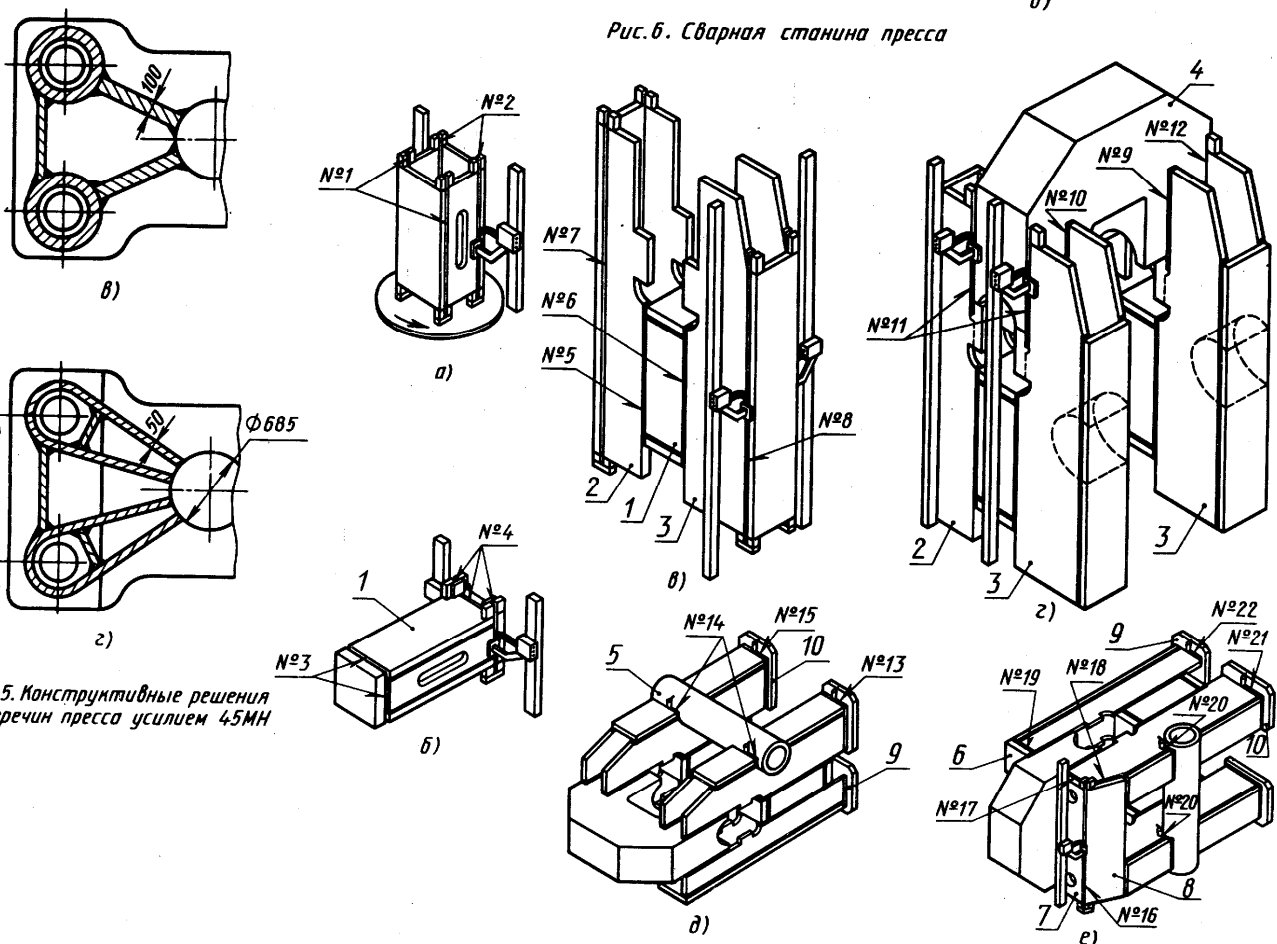


Рис.6. Сварная станина пресса



5. Конструктивные решения речин пресса усилием 45МН

Рис.7. Последовательность сборочно-сварочных операций при изготовлении станины пресса

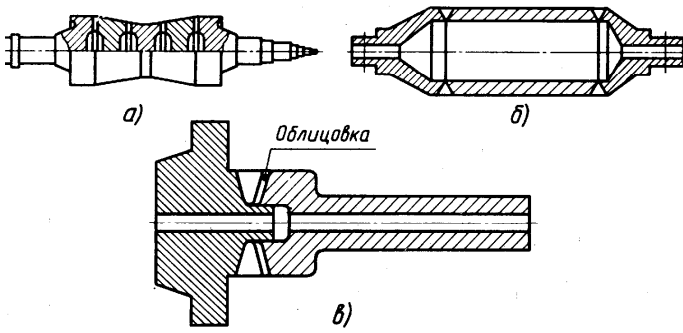


Рис.1. Типы сварных роторов:
а - дисковый; б - барабанный; в - комбинированный

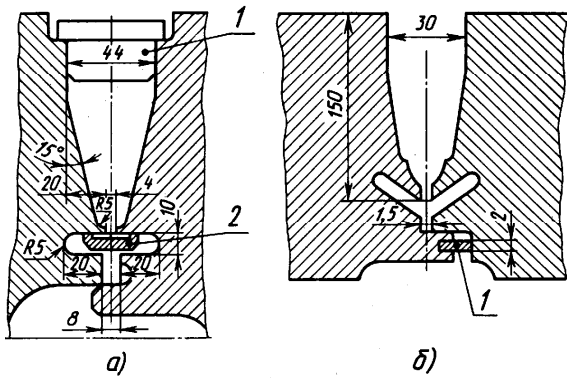


Рис.2. Конструкция стыка кольцевого соединения ротора турбины

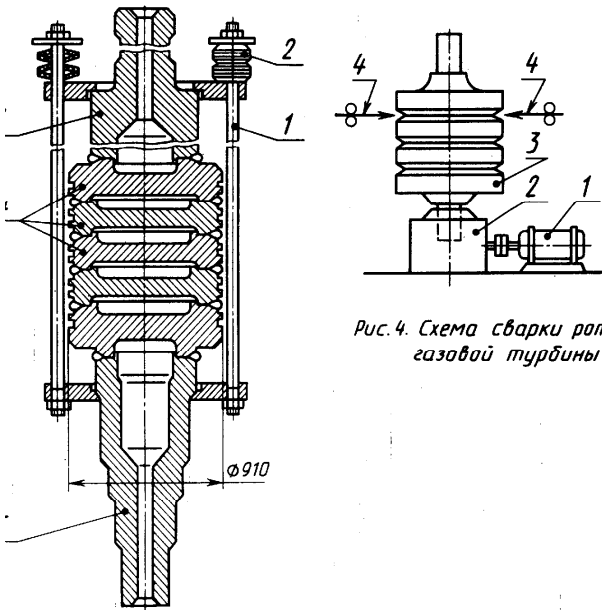


Рис.3. Сборка ротора газовой турбины

Рис.4. Схема сварки ротора газовой турбины

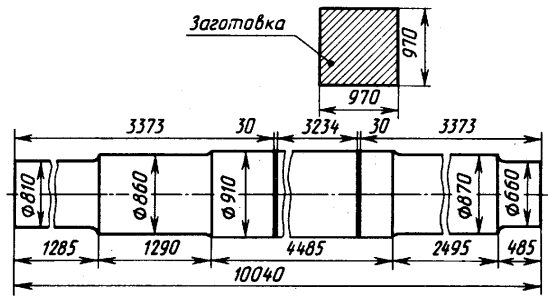


Рис.5. Сварной вал шахтной подъемной машины

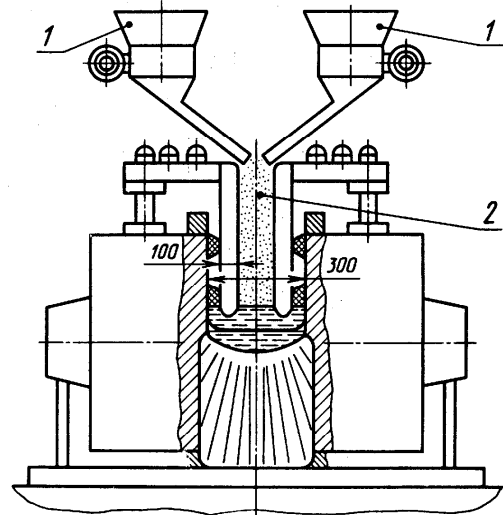


Рис.6. Электрошлаковая сварка заготовки вала с дополнительной подачей металлического порошка

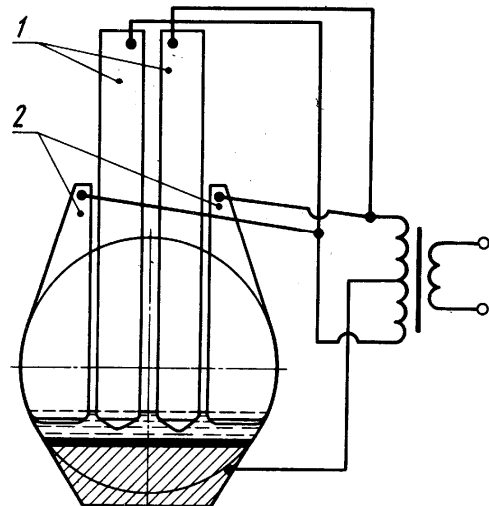


Рис.7. Электрошлаковая сварка вала по бифилярной схеме

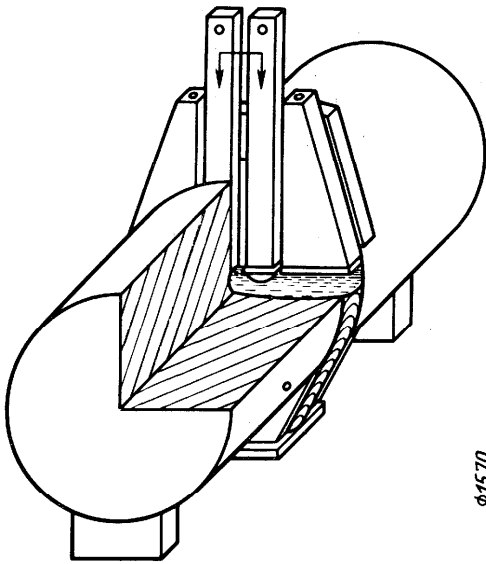
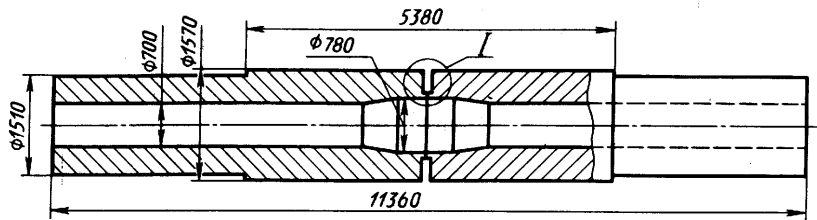


Рис. 8. Вал в процессе электрошлаковой сварки



I увеличено

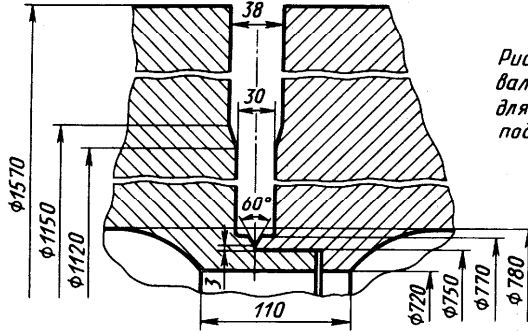


Рис. 9. Заготовка оси опорного вала стана „5000“ в сборе для автоматической сварки под флюсом

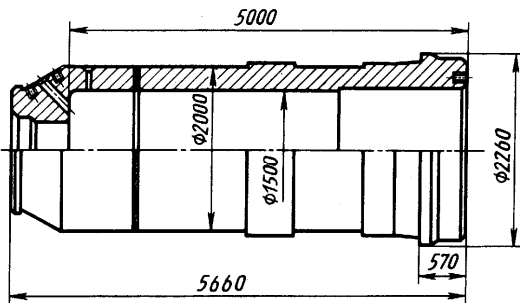


Рис. 10. Сварно-кованый цилиндр крупного прессы

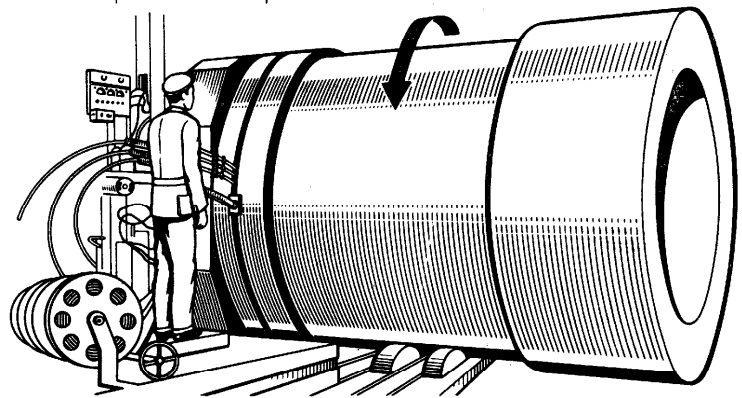


Рис. 11. Электрошлаковая сварка кольцевого шва цилиндра прессы

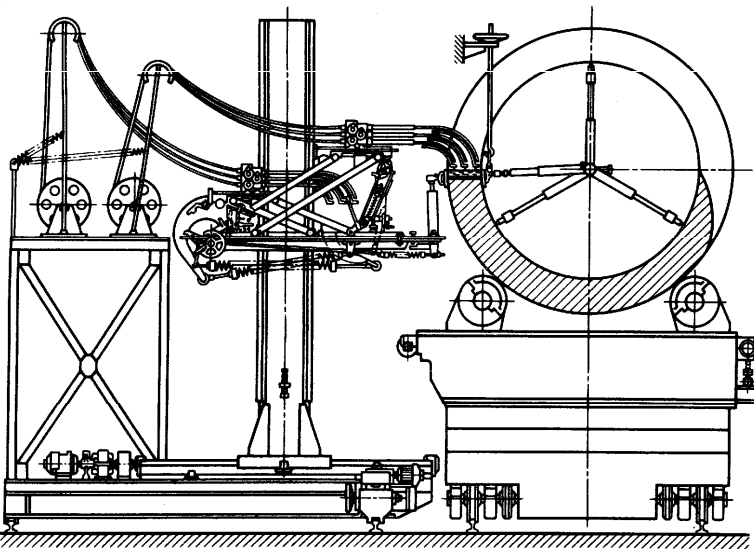


Рис. 12. Дубль-аппарат для электрошлаковой сварки и устройство внутреннего ползуна

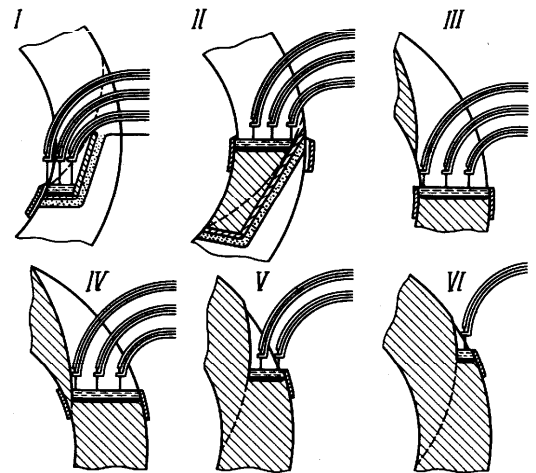


Рис. 13. Последовательность этапов сварки кольцевого стыка

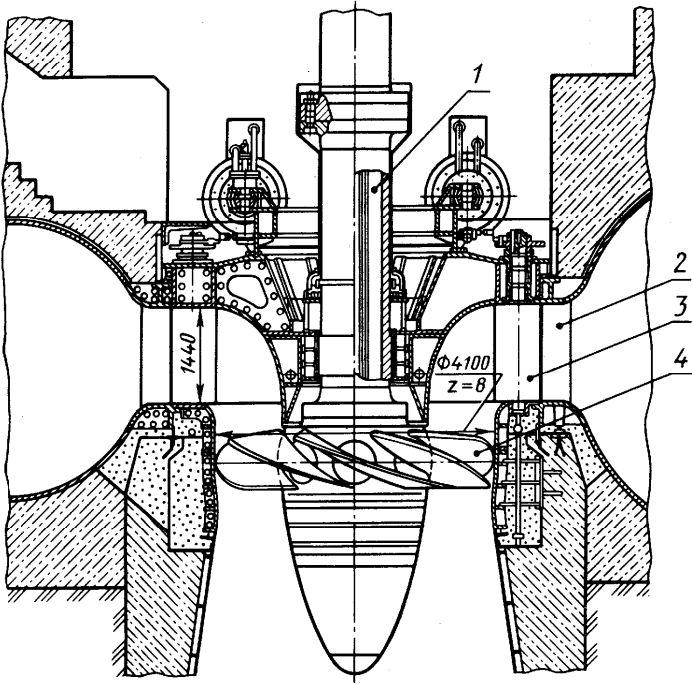


Рис. 1. Поворотно-лопастная гидротурбина

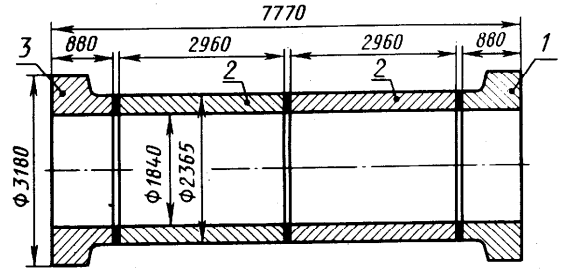


Рис. 3. Вал гидротурбины

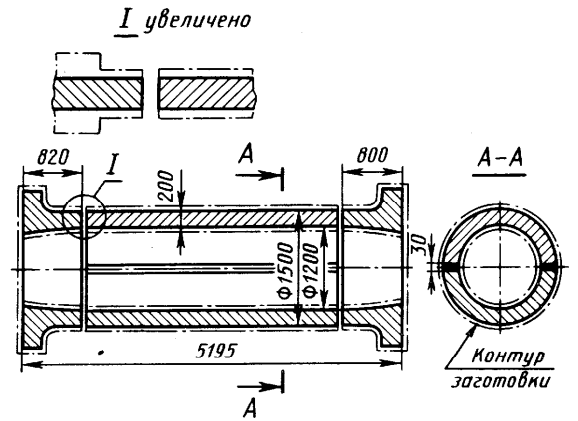


Рис. 4. Вал гидротурбины со сварными фланцами и обечайкой

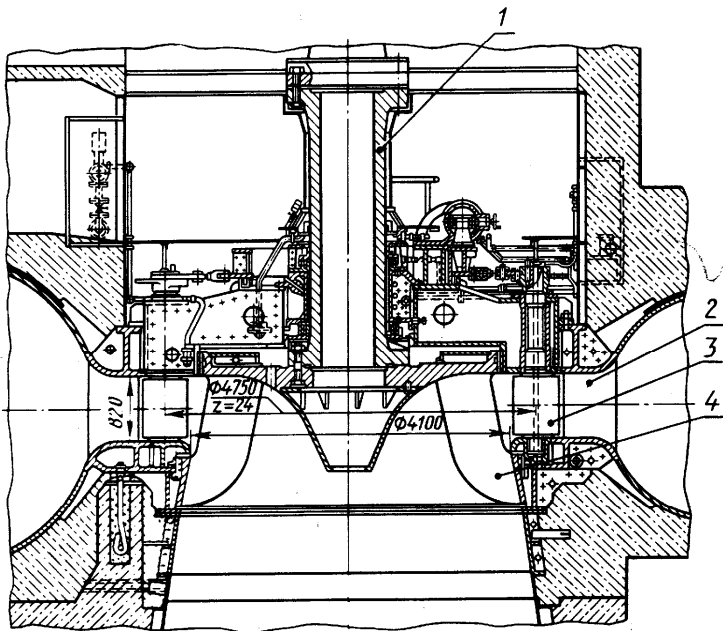


Рис. 2. Радиально-осевая гидротурбина

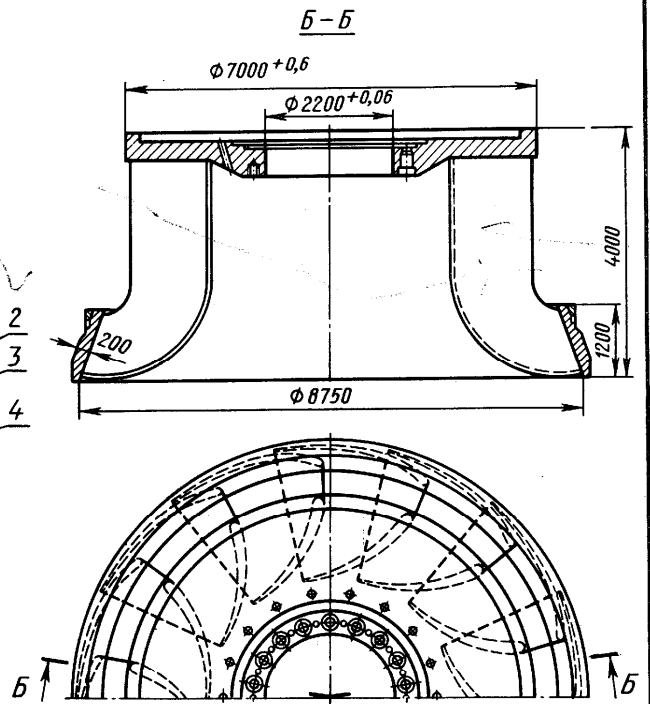


Рис. 5. Рабочее колесо радиально-осевой гидротурбины

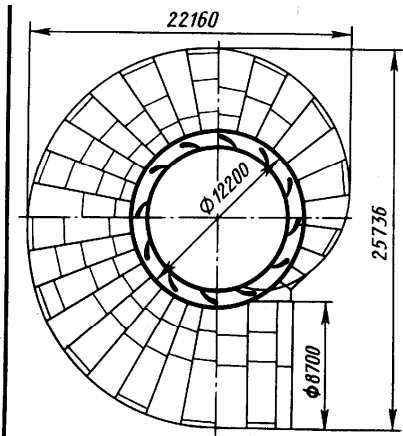


Рис. 6. Положение статора в спиральной камере гидротурбины

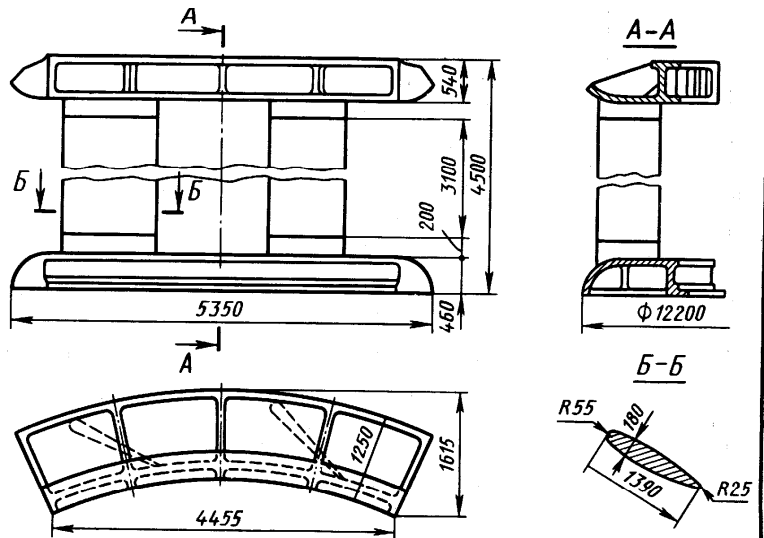


Рис. 7. Сварно-литой статор гидротурбины, выполненный электрошлаковой сваркой

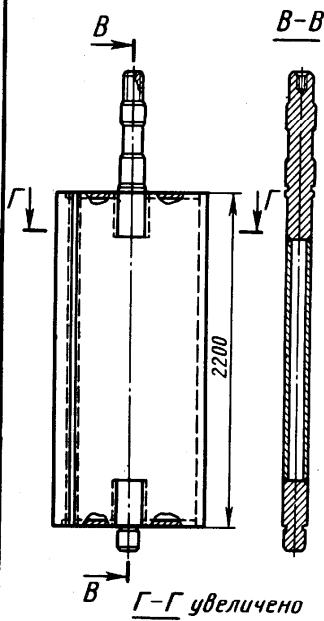


Рис. 8. Сварная лопатка направляющего аппарата

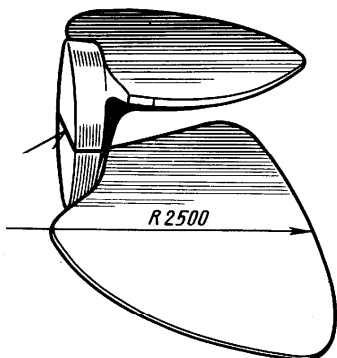


Рис. 10. Сварно-литая лопасть рабочего колеса двуперовой турбины

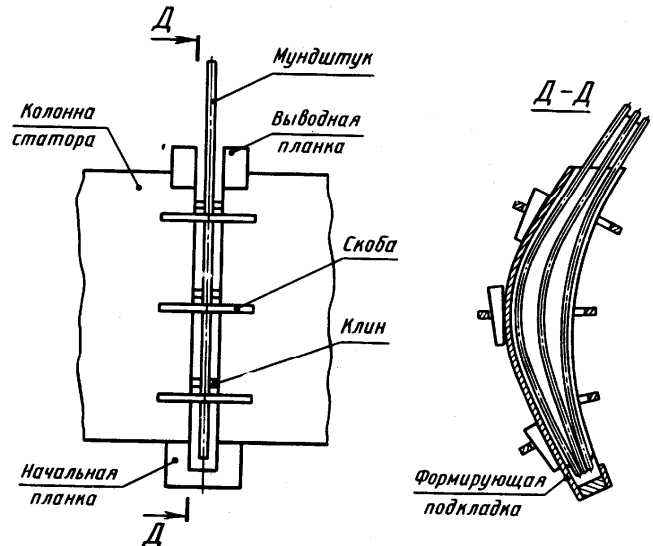


Рис. 9. Схема сборки под сварку колонны статора гидротурбины

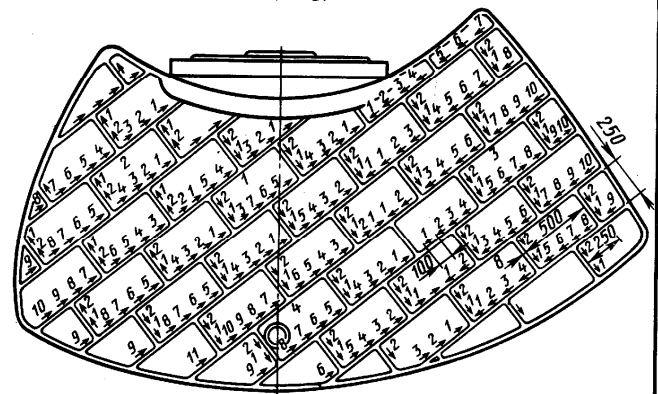


Рис. 11. Расположение листов облицовки на лопасти и последовательность их заварки

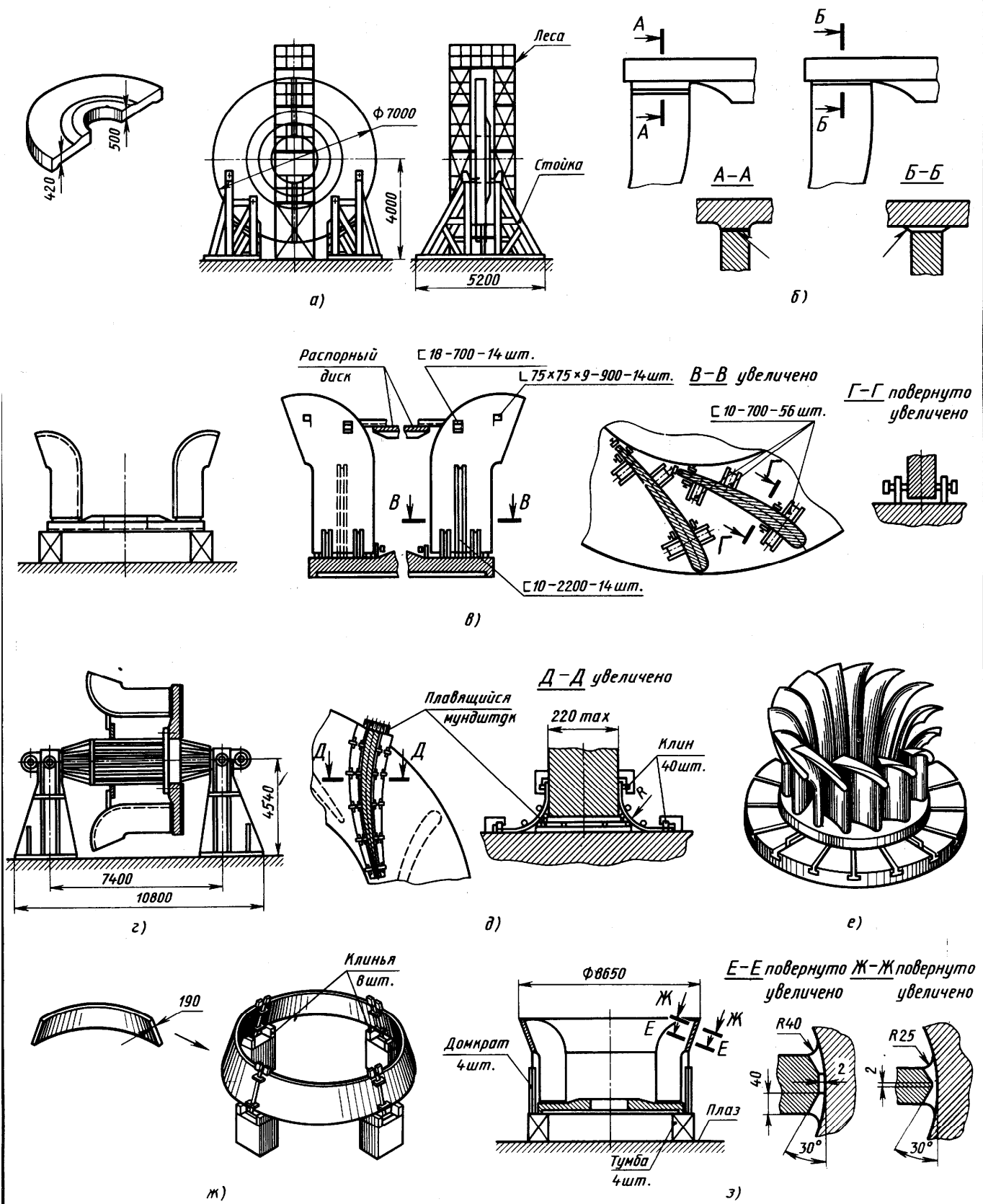


Рис. 12. Технология изготовления рабочего колеса радиально-осевой турбины Красноярской ГЭС

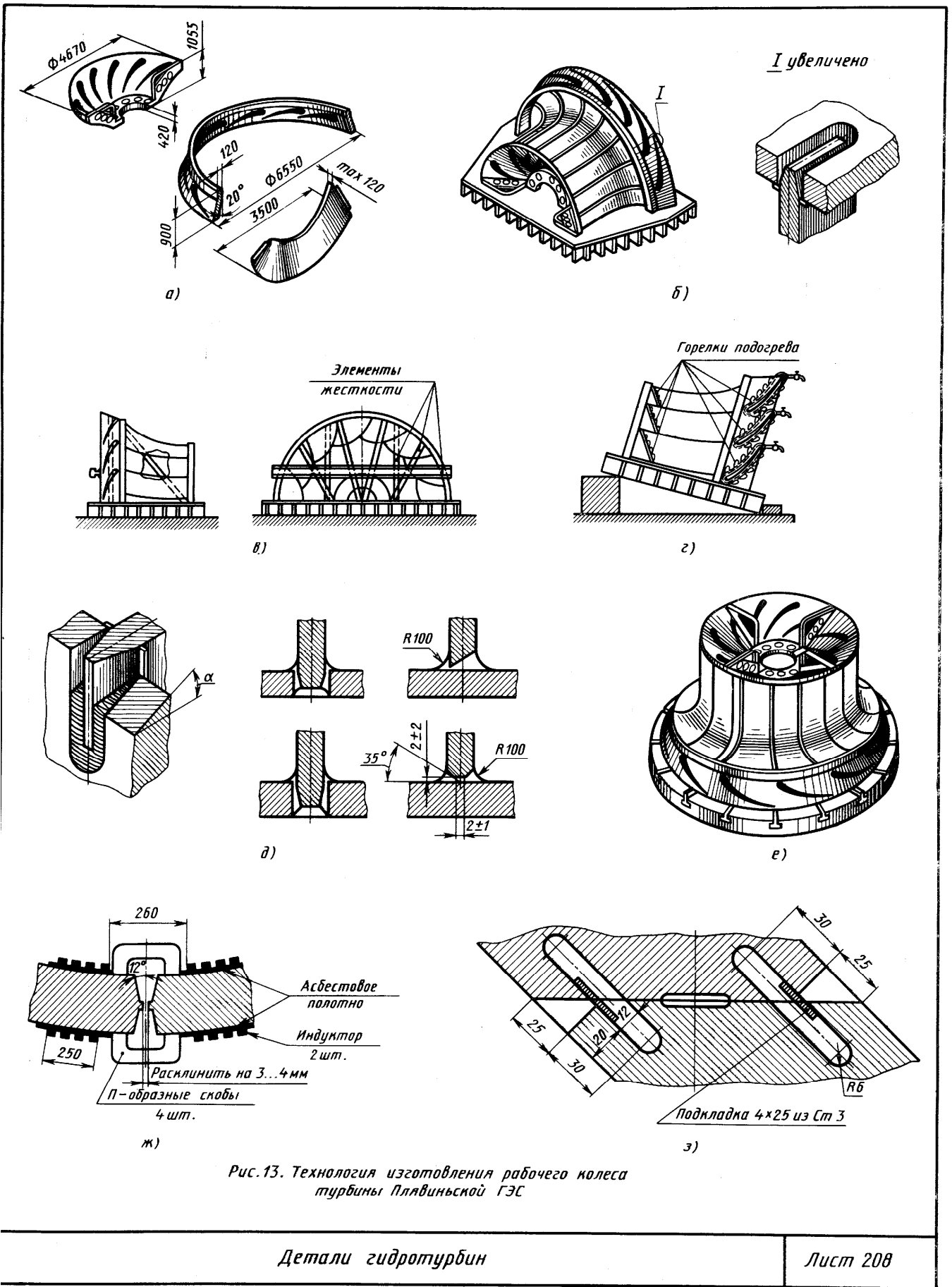


Рис. 13. Технология изготовления рабочего колеса турбины Плавиньской ГЭС

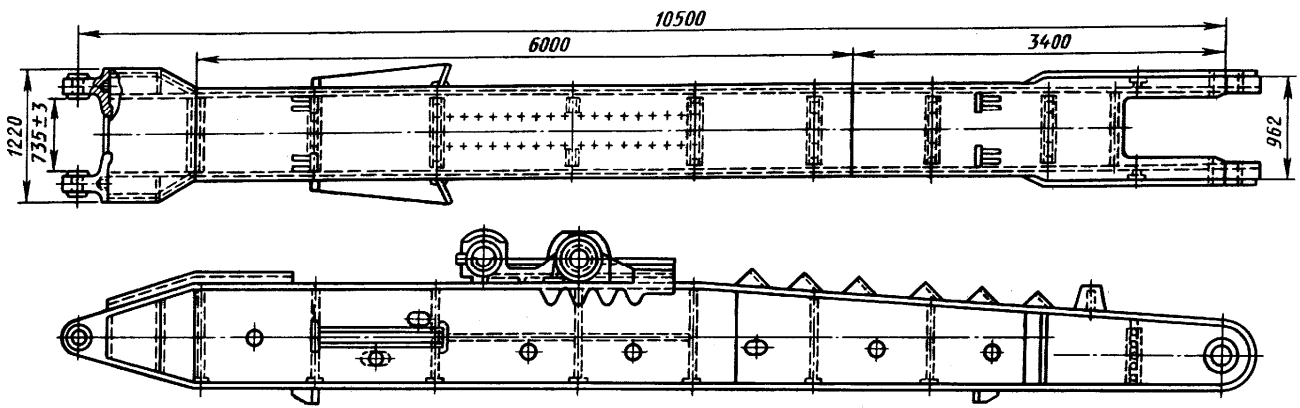


Рис.1. Стрела карьерного экскаватора

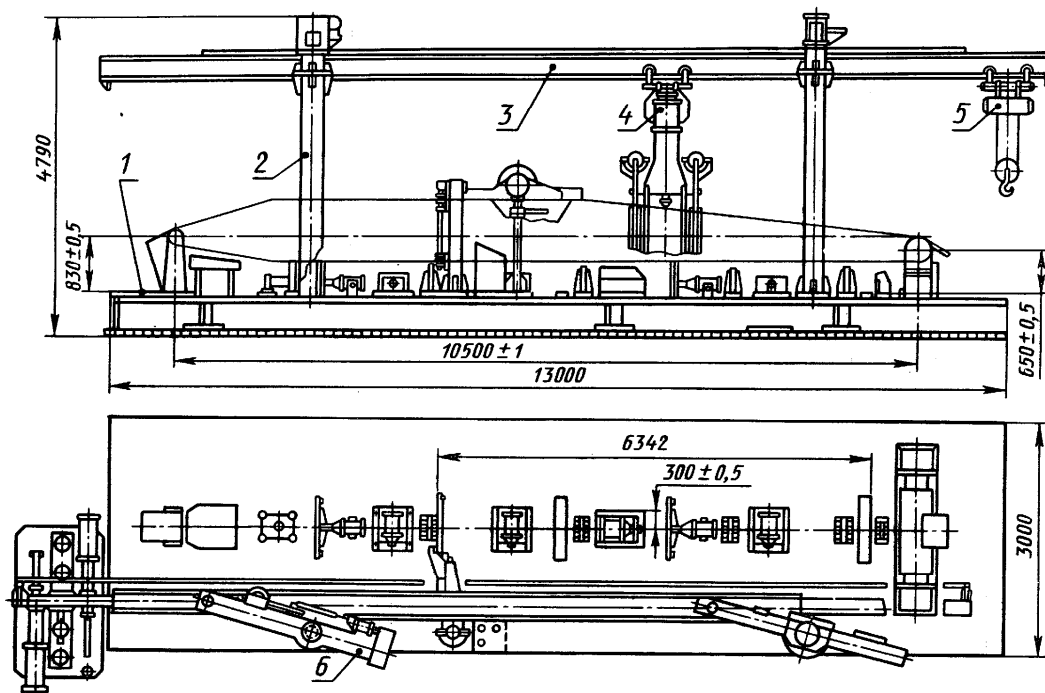


Рис.2. Сборочный стенд с параллелограммным механизмом

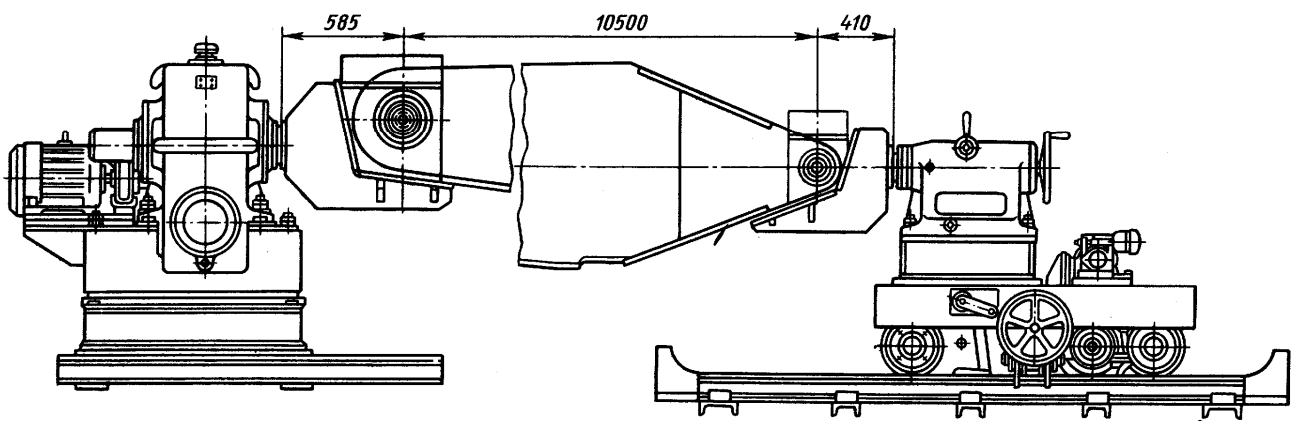


Рис.3. Закрепление стрелы в двустоечном кантователе

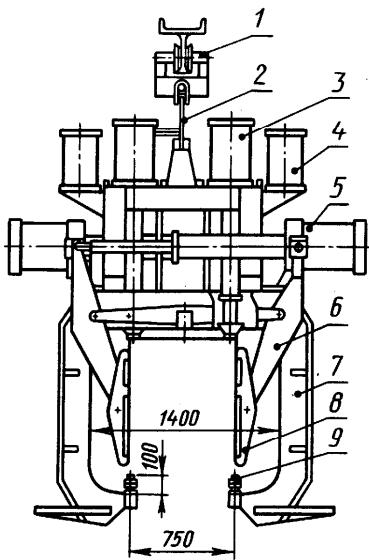


Рис. 4. Подвесная зажимная скоба стэнда

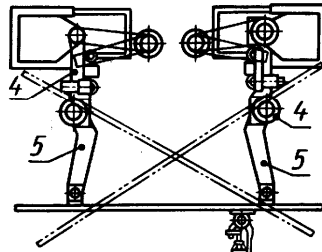
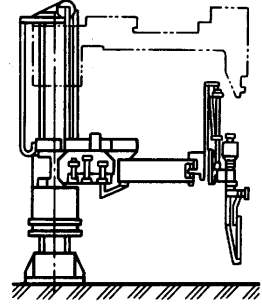
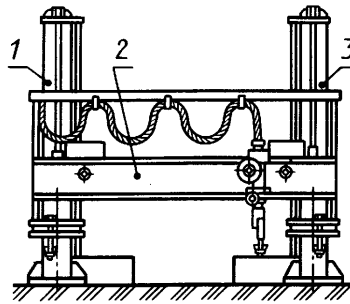
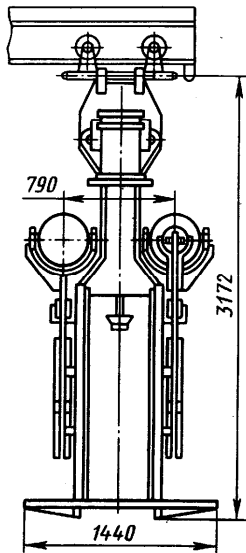


Рис. 5. Сварочная установка для выполнения продольных и диагональных швов

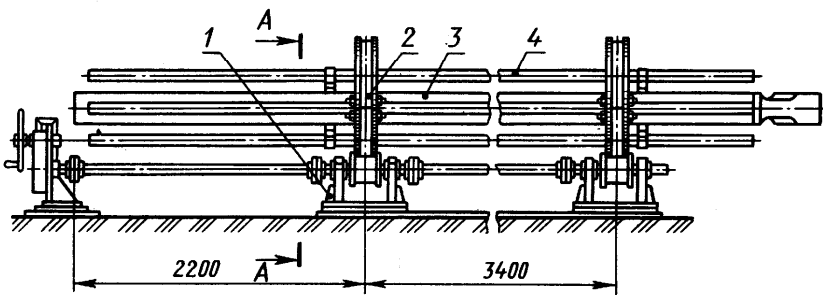


Рис. 6. Установка для сварки балок рукоятей экскаватора

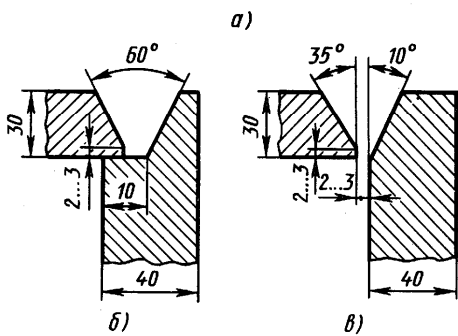
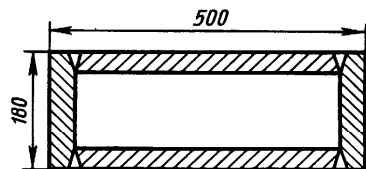
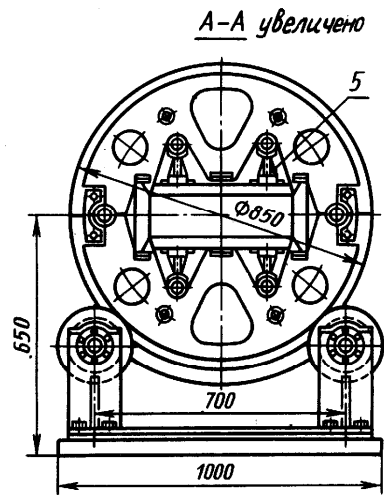


Рис. 7. Поперечное сечение и сварные соединения балки рукояти экскаватора

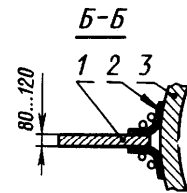
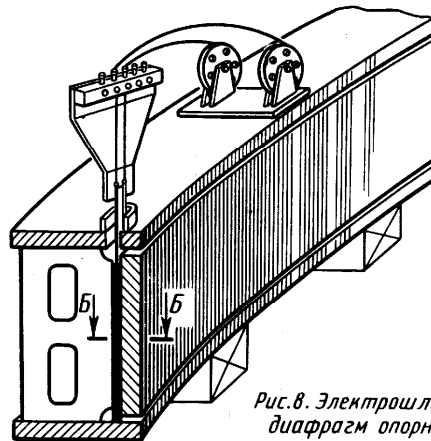


Рис. 8. Электрошлаковая сварка внутренних диафрагм опорного кольца конвертора

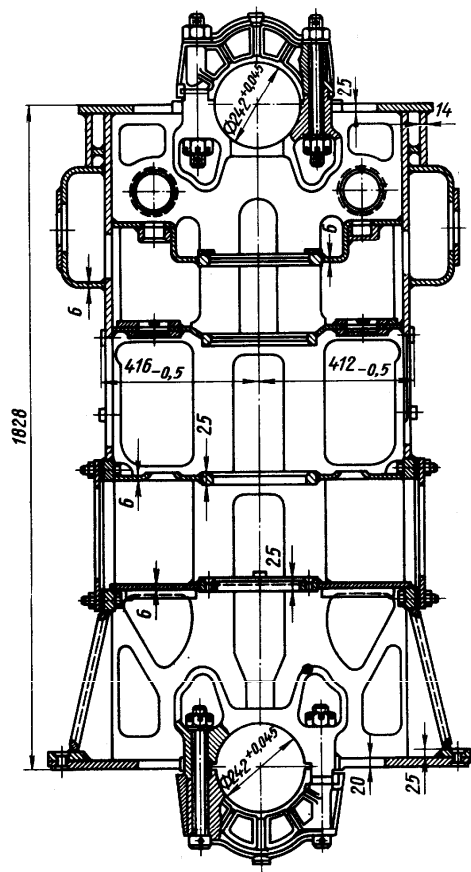


Рис.1. Блок цилиндров из листовых элементов

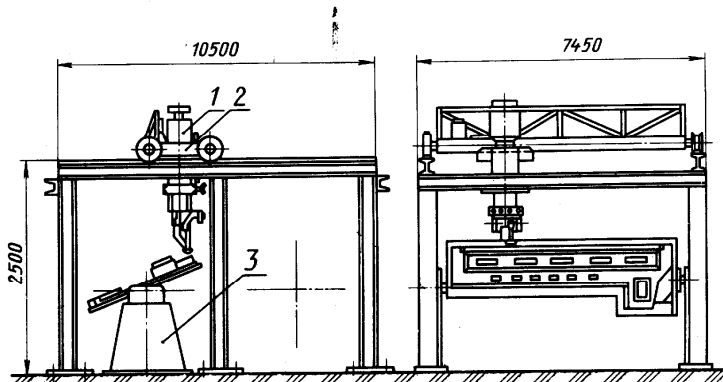


Рис.2. Портальная установка для сварки продольных швов боковых листов блока дизеля

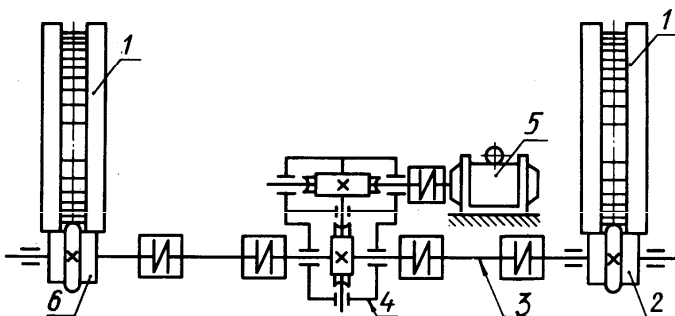


Рис.3. Кинематическая схема механизма вращения сборочно-сварочного стенда

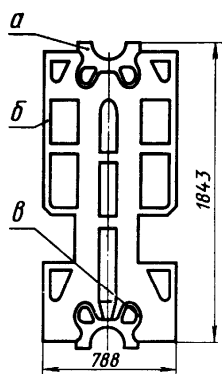


Рис.4. Вертикальный поперечный элемент

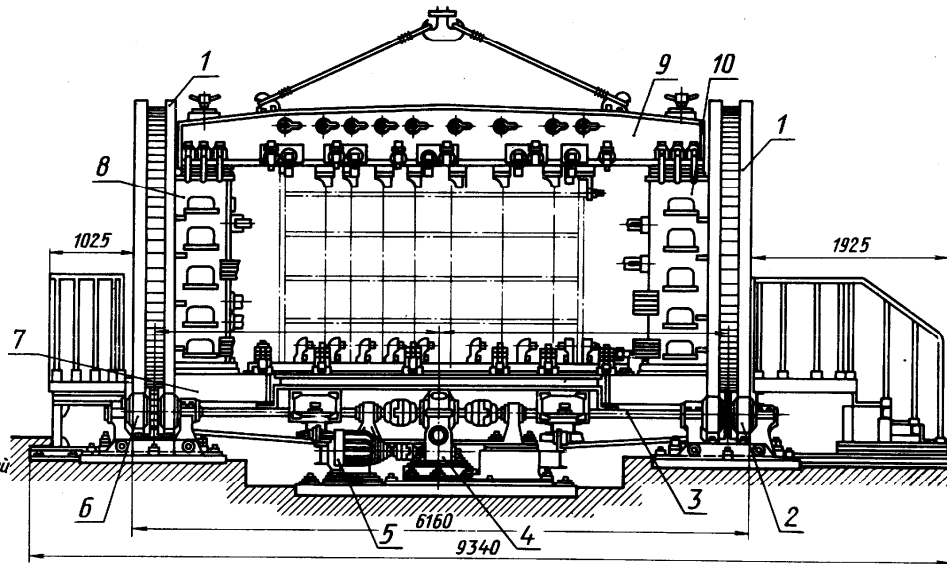


Рис.5. Сборочно-сварочный стенд

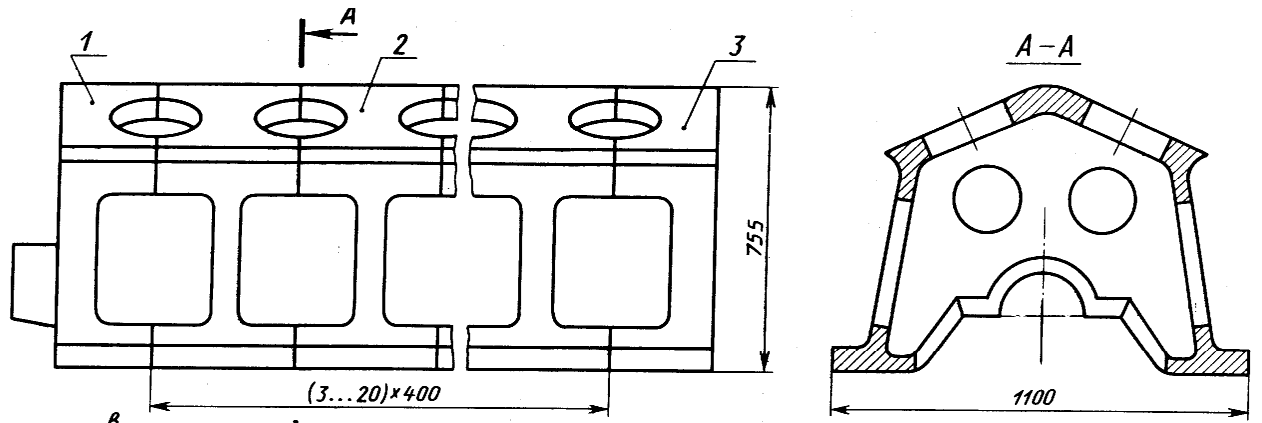


Рис. 7. Конструкция сварно-литого блока цилиндров

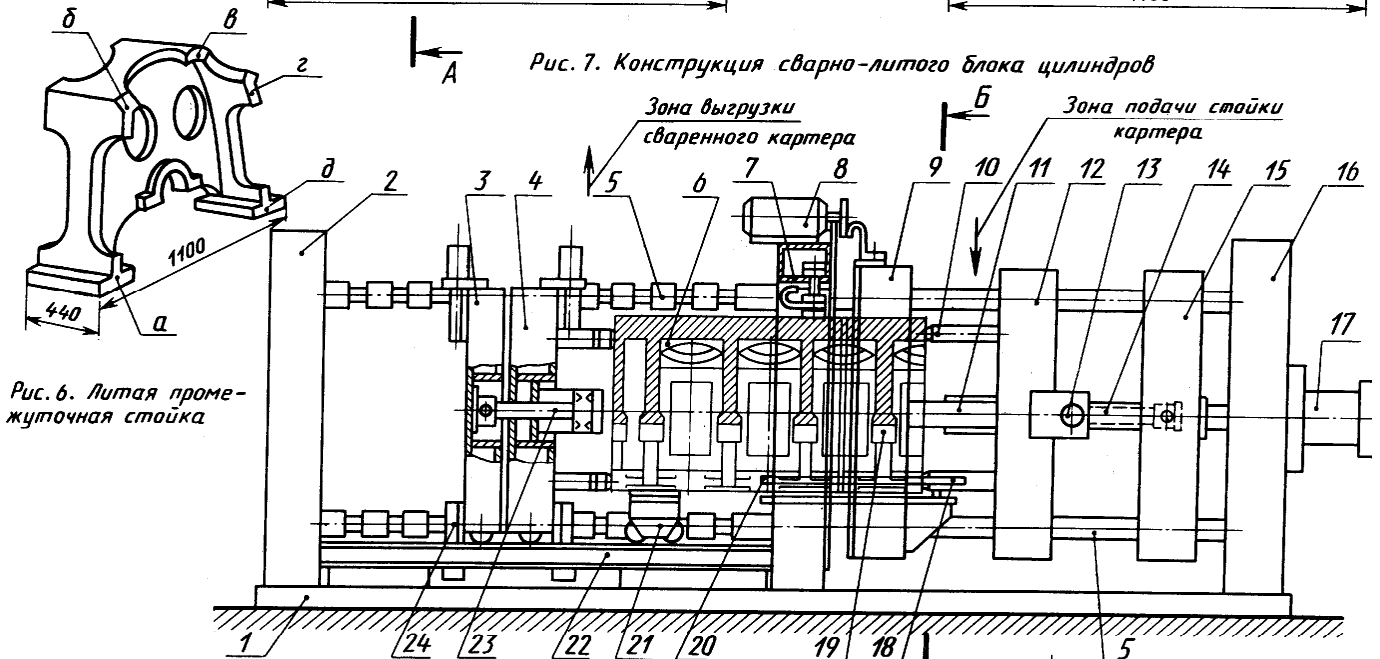


Рис. 6. Литая промежуточная стойка

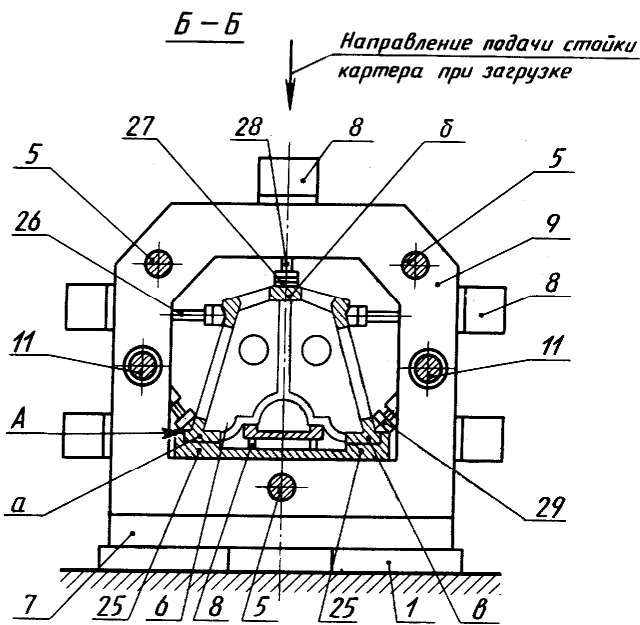


Рис. 8. Конструкция установки для контактной стыковой сварки блока цилиндров

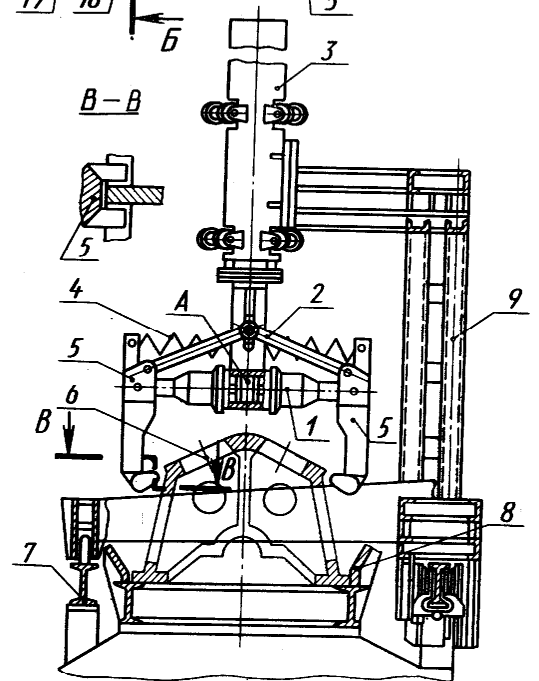


Рис. 9. Устройство для загрузки стоек

Вид В

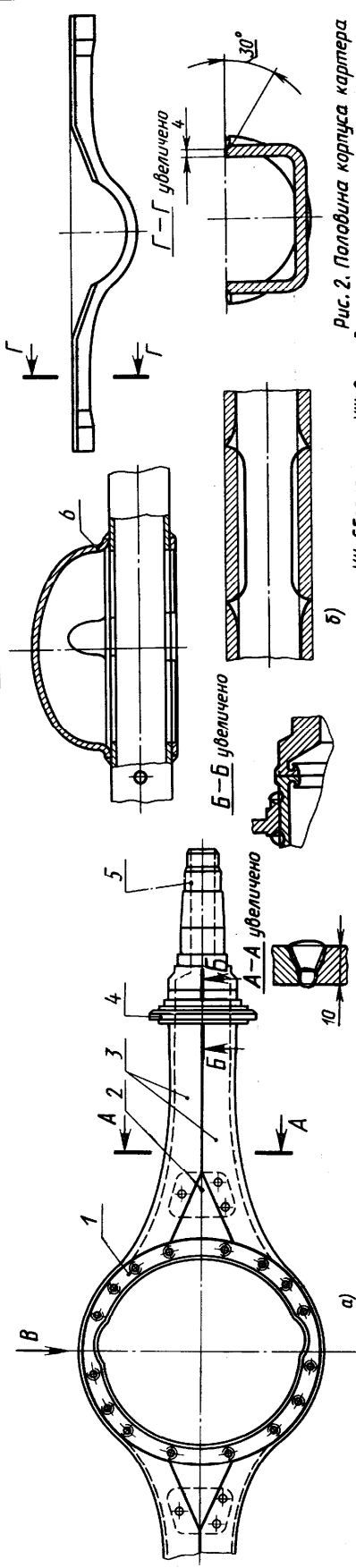


Рис. 1. Картер заднего моста грузового автомобиля ЗИЛ

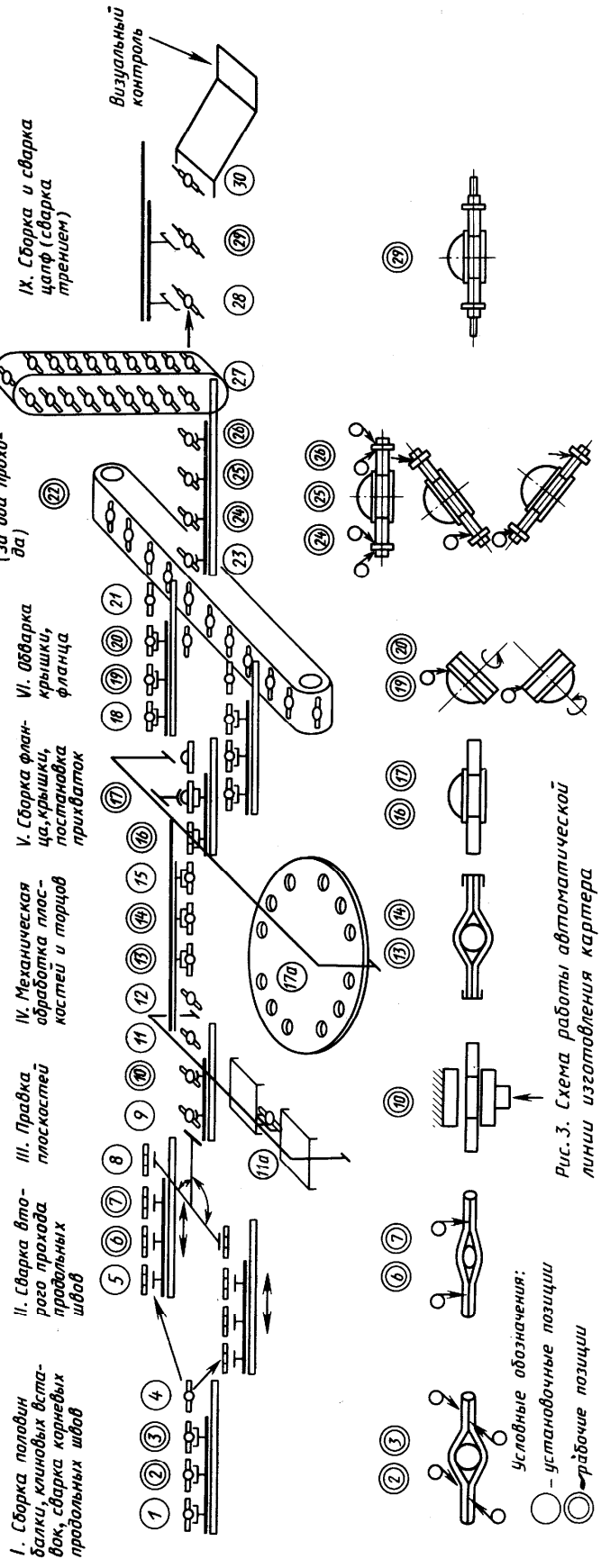


Рис. 2. Половина корпуса картера

Рис. 3. Схема работы автоматической линии изготовления картера

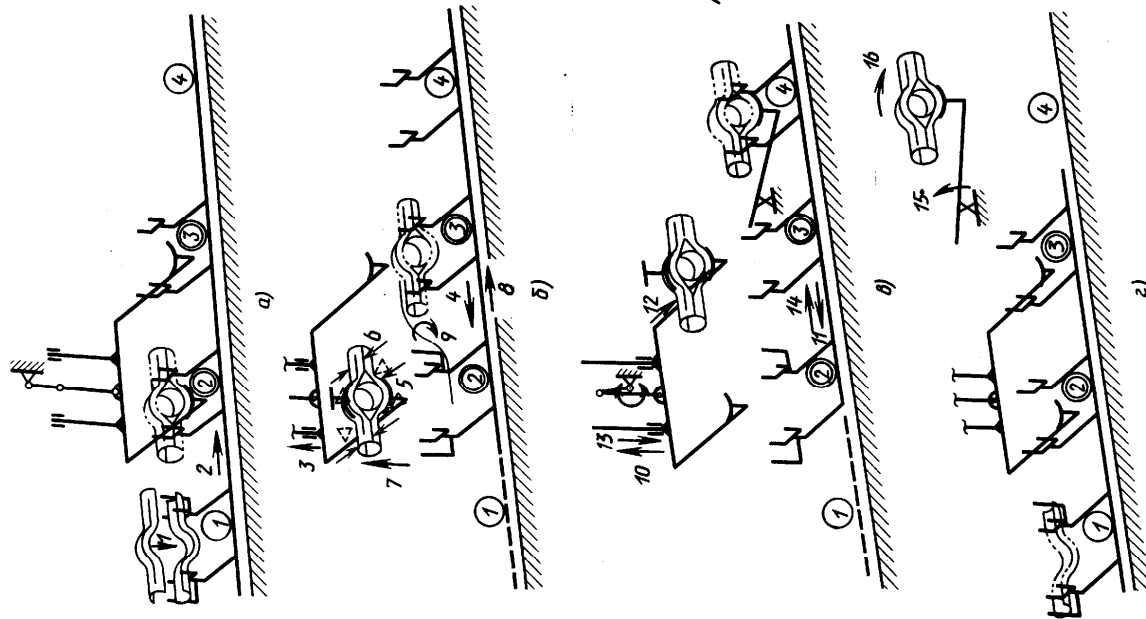
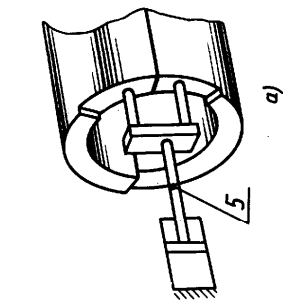


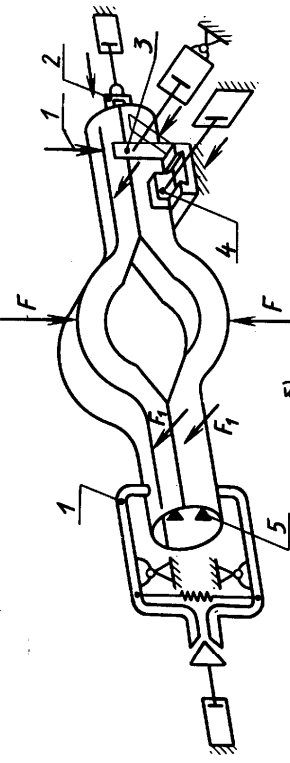
Рис. 4. Схема операций сборки и сварки на ступе I (см. рис. 3)



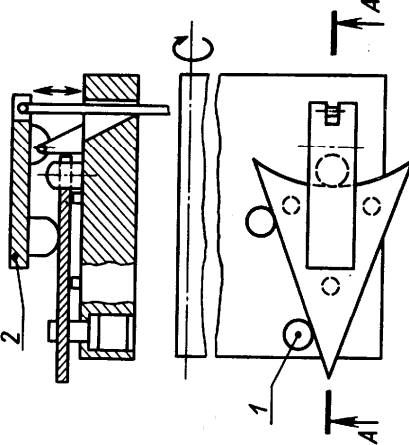
а)

А-А

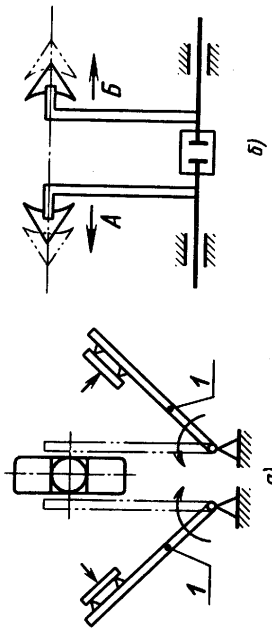
Рис. 5. Схема сборки половин корпуса картера



б)



а)



б)

Рис. 7. Схема постановки клиновых вставок в корпус картера

Рис. 6. Фиксирование клиновой вставки в приспособлении

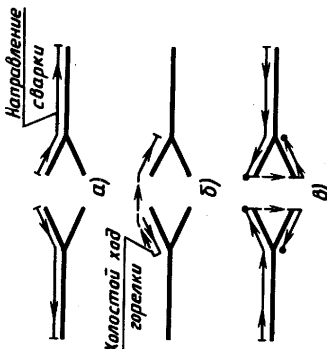


Рис. 8. Схемы перемещения электродов по стыку при сварке: а, б — корневой шва; в — основного шва

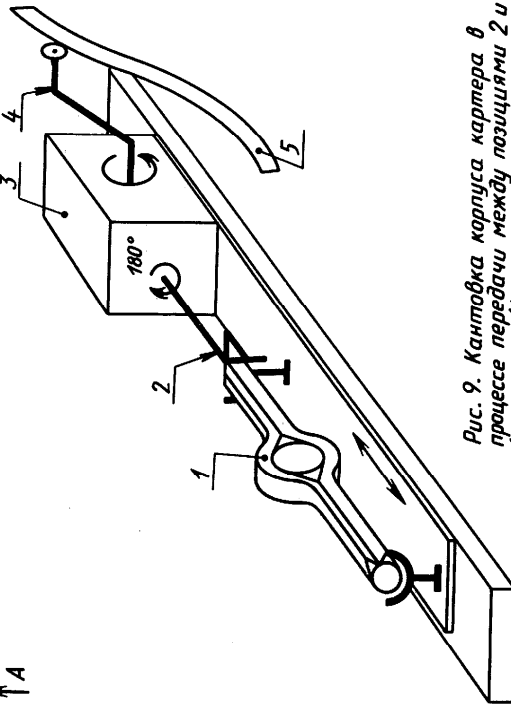


Рис. 9. Кантовка корпуса картера в процессе передачи между позициями 2 и 3 (см. рис. 3 и 4)

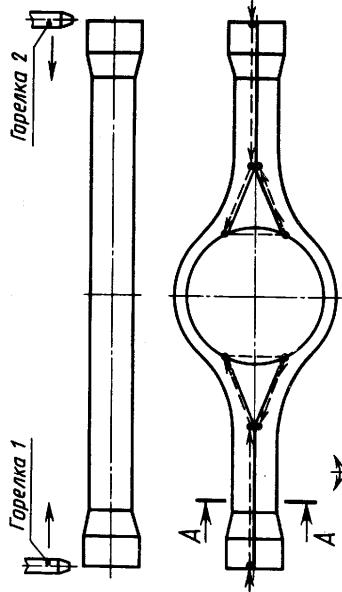


Рис. 10. Сварка продольных швов корпуса картера (второй проход)

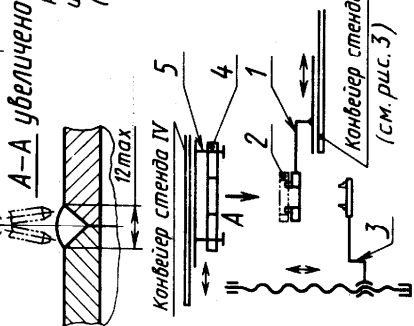


Рис. 11. Схема сборки корпуса картера с фланцем

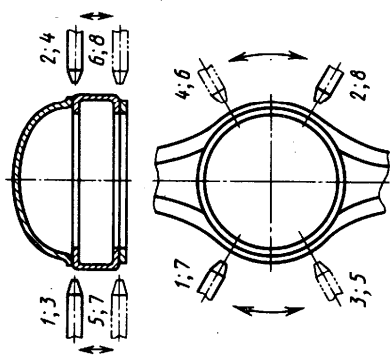


Рис. 12. Последовательность постановки прихваток после сборки корпуса с крышкой и фланцем

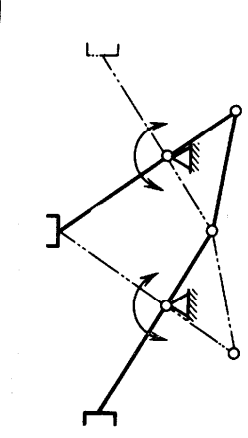


Рис. 13. Схема работы манипулятора при передаче корпусов на два параллельных стэнда

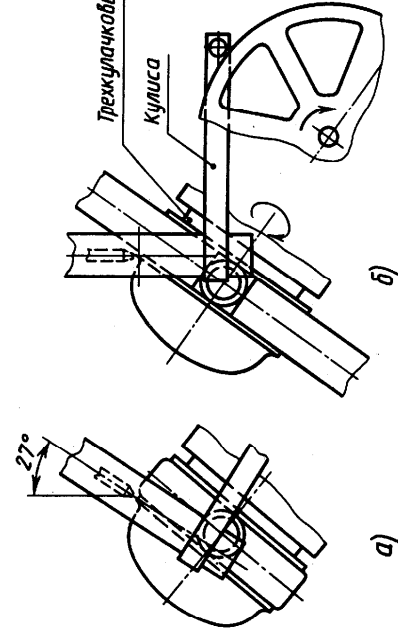


Рис. 14. Изменение наклона горелки в процессе сварки крышки

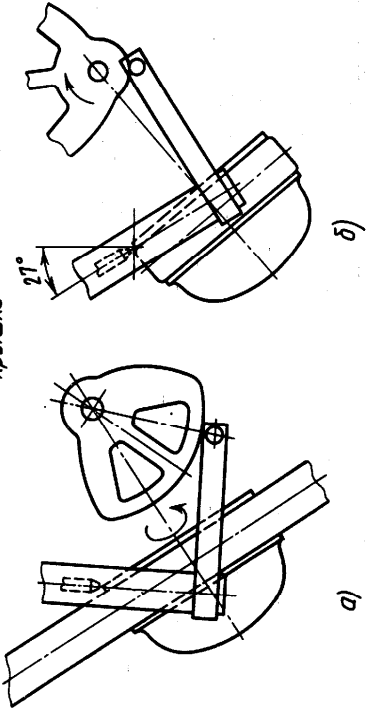


Рис. 15. Изменение наклона горелки в процессе сварки фланца

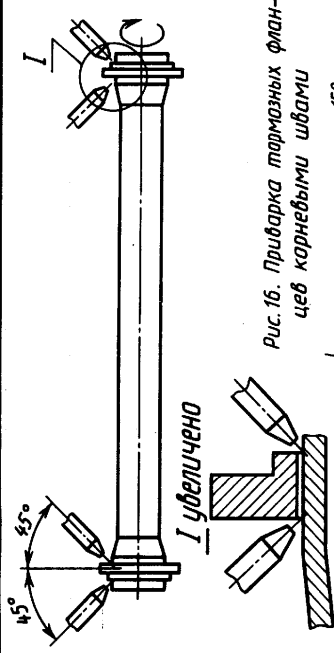


Рис. 16. Приварка тормозных фланцев корнейными швами

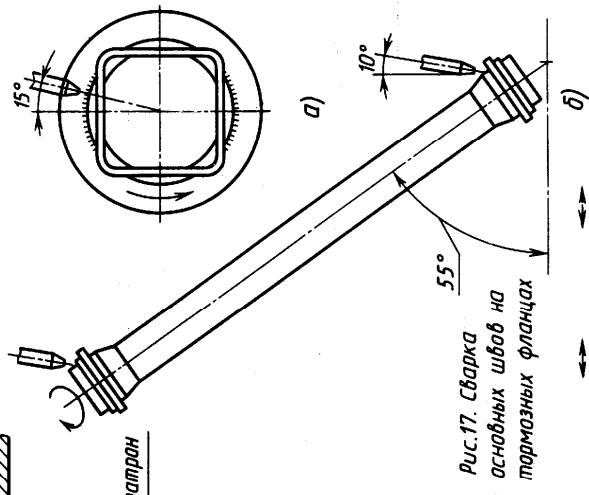


Рис. 17. Сварка основных швов на тормозных фланцах

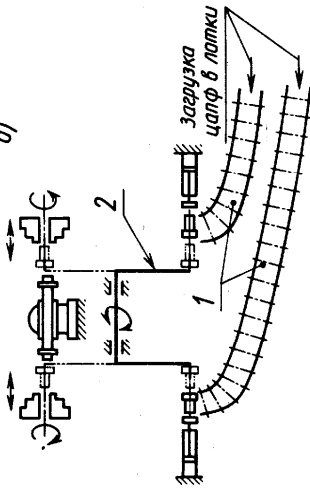


Рис. 18. Схема автоматической установки для сборки и сварки корпуса картера с цапфами

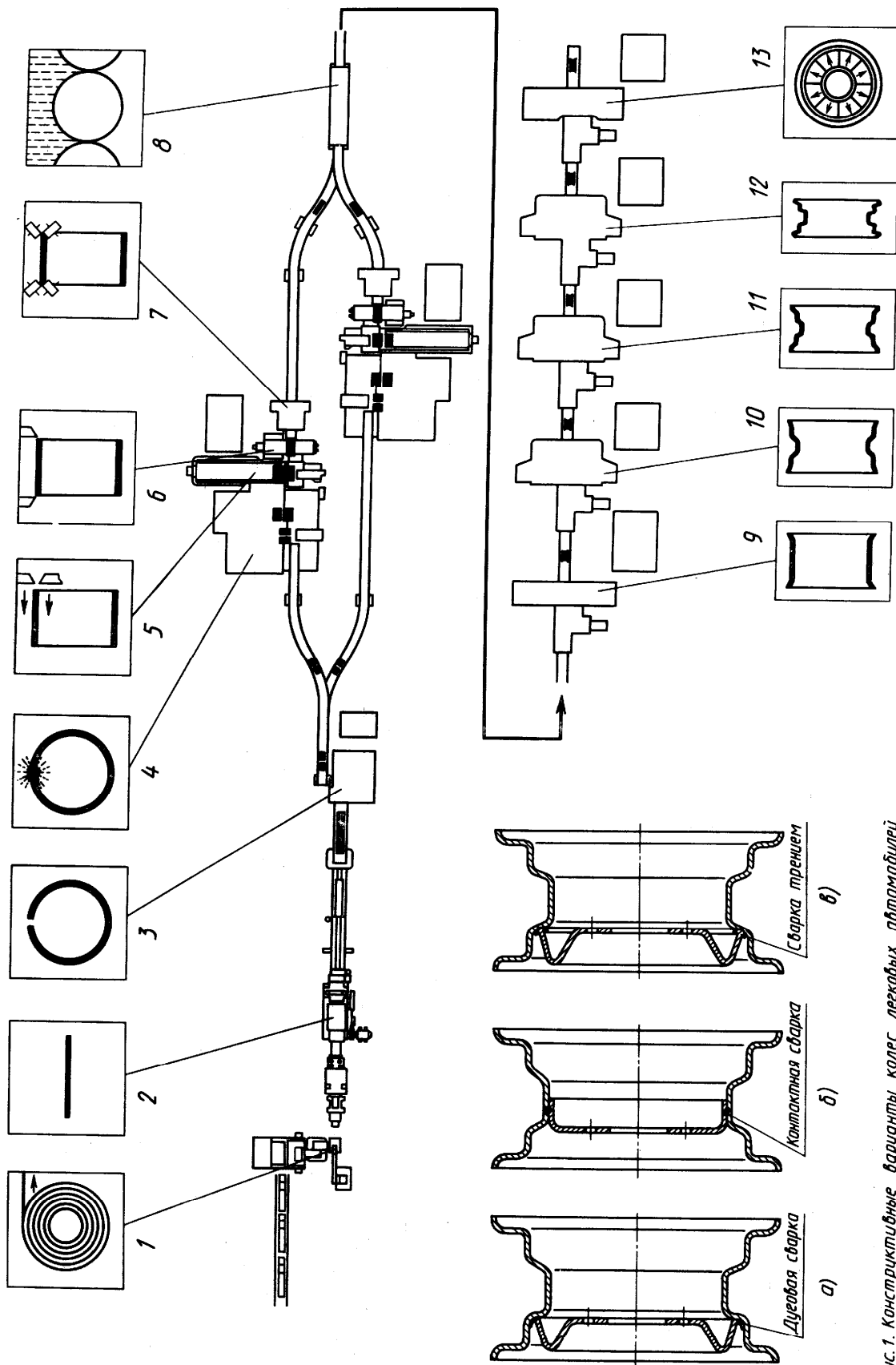


Рис. 1. Конструктивные варианты колес легковых автомобилей

Рис. 2. Автоматическая линия изготовления колес легковых автомобилей фирмы „Kieserling“

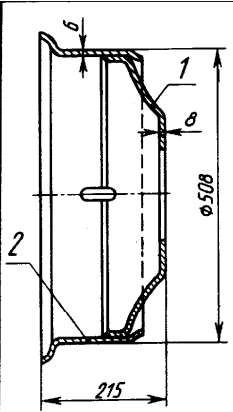


Рис. 3. Колесо грузового автомобиля

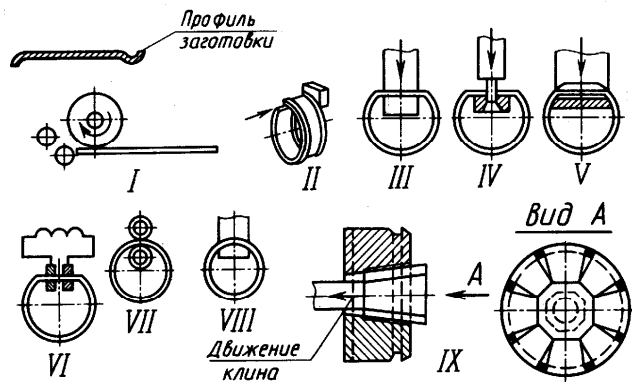


Рис. 4. Последовательность технологических операций изготовления колеса

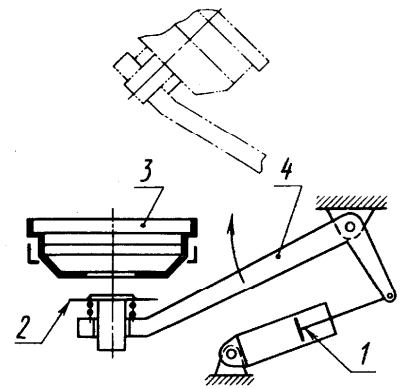


Рис. 5. Схема подачи колеса в зону сварки

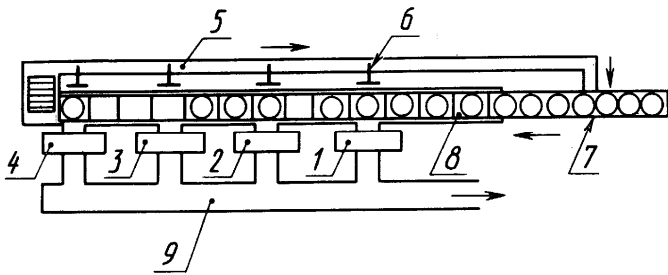


Рис. 6. Схема автоматической линии сварки колес

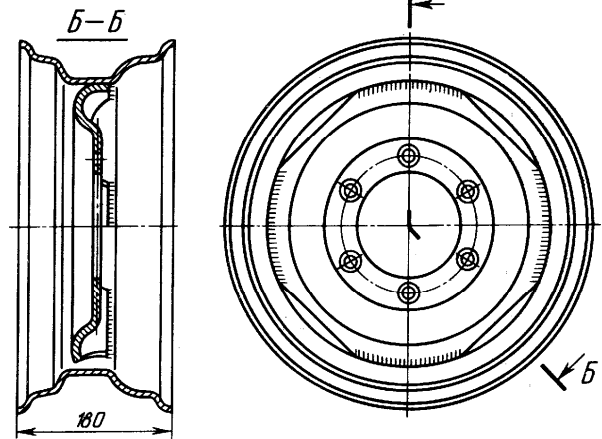


Рис. 8. Переднее колесо трактора

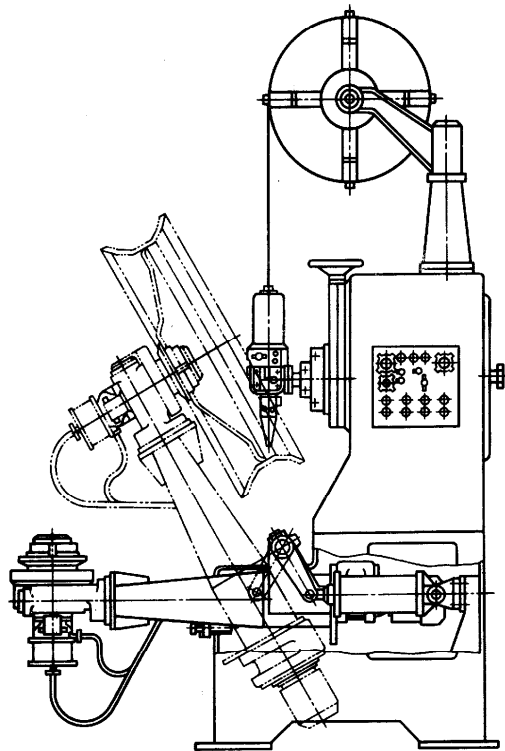


Рис. 7. Конструкция автомата для сварки колес в положении «в лодочку»

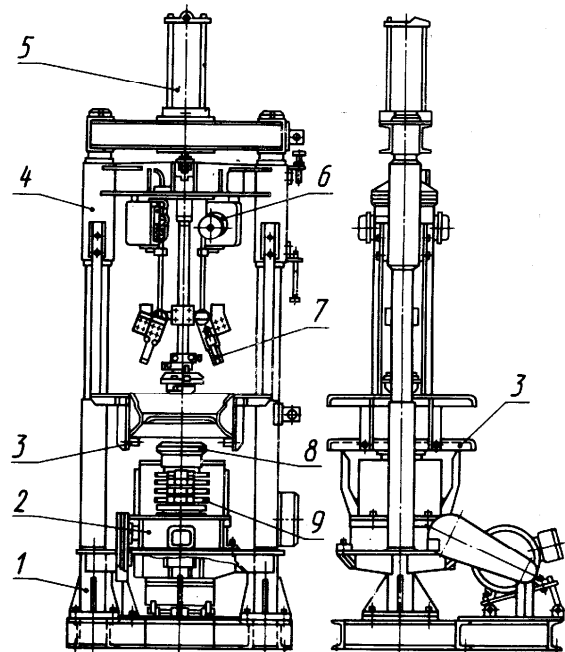


Рис. 9. Станок-автомат для сварки тракторных колес

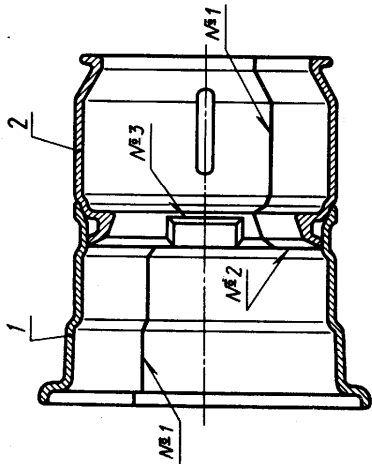


Рис. 10. Обод колеса тракторного прицепа

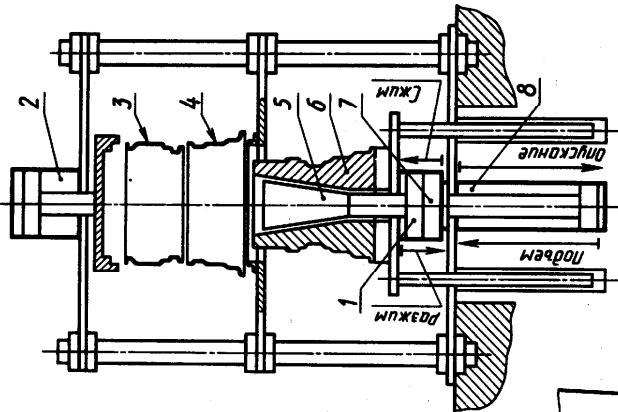


Рис. 11. Кинематическая схема прессы для сборки обода

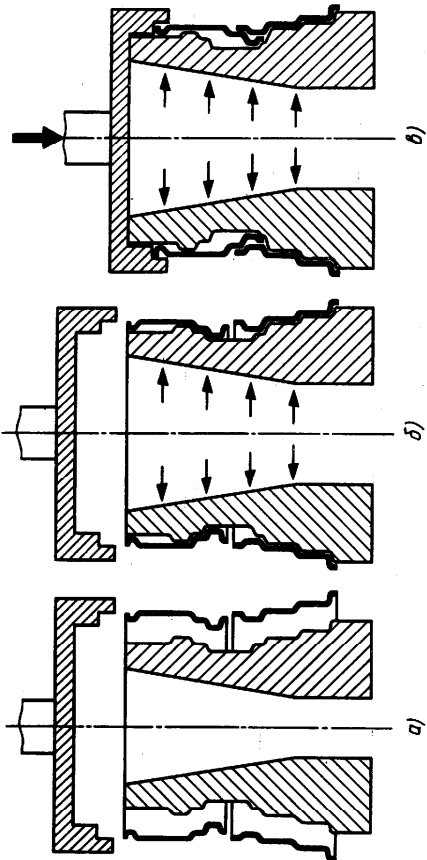


Рис. 12. Последовательность операций при запрессовке деталей обода

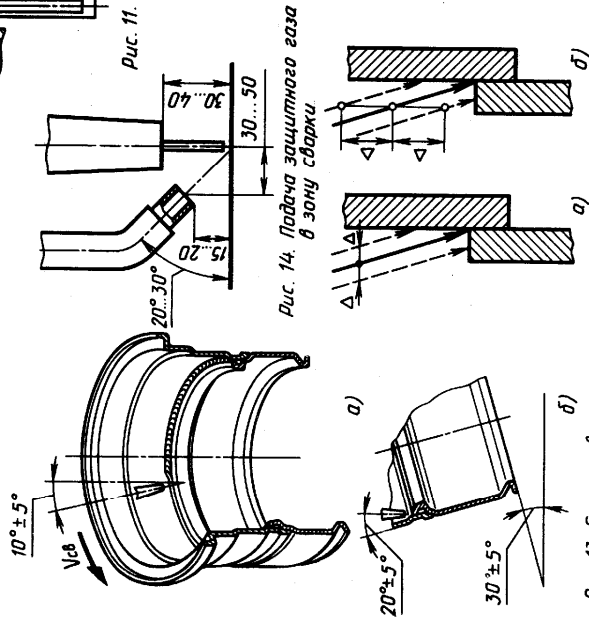


Рис. 13. Схема сварки

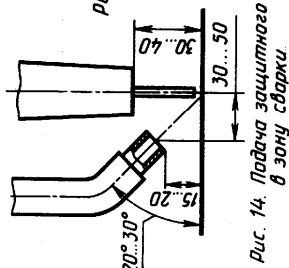


Рис. 14. Поддача защитного газа в зону сварки

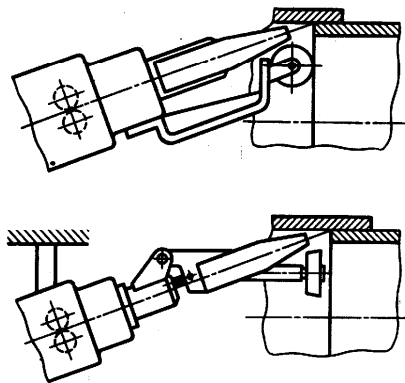


Рис. 15. Отклонение электрода при горизонтальном (а) и вертикальном (б) смещении свариваемых краев

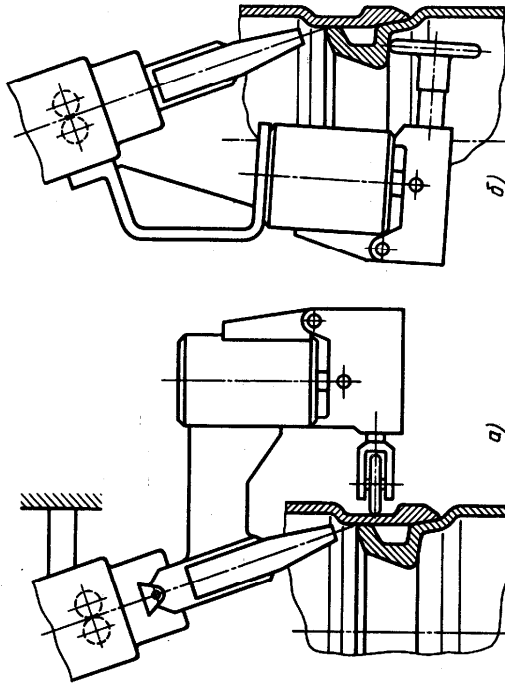


Рис. 16. Схемы капиллярных роликов, перемещающихся по свариваемым краям

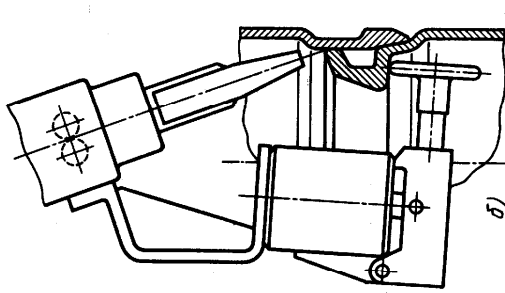


Рис. 17. Рациональные варианты расположения капиллярных роликов горизонтального (а) и вертикального (б) смещения при сварке (с защитой от брызг)

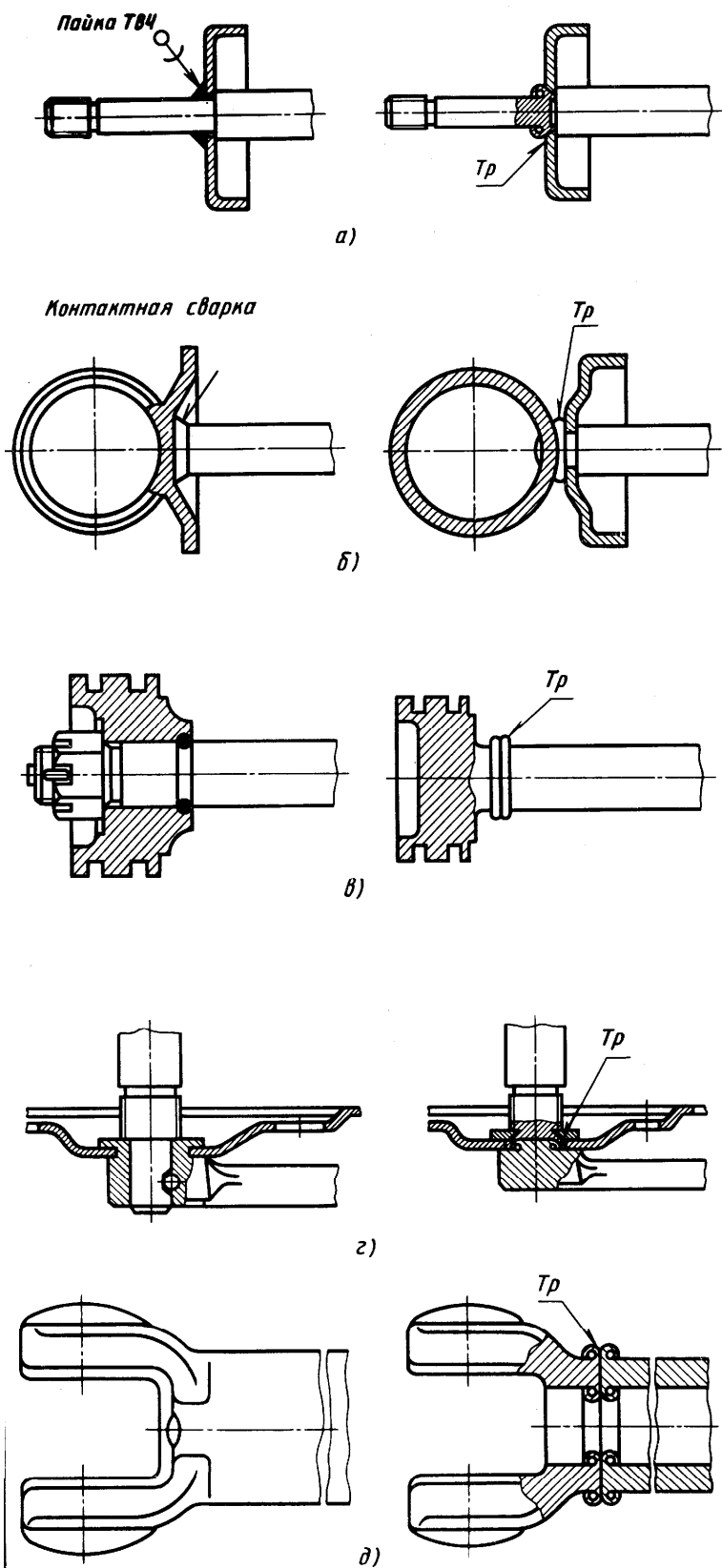


Рис. 1. Примеры использования сварки трением

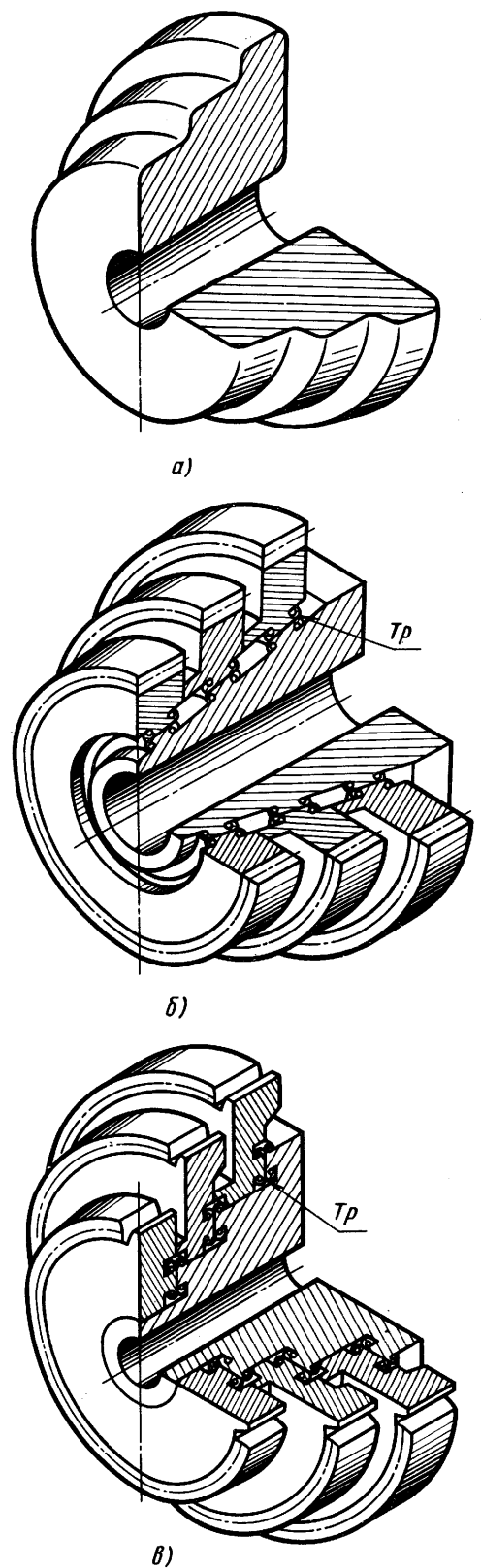


Рис. 2. Варианты изготовления блока зубчатых колес

Тип сварного соединения	Вариант подготовки деталей	Сечение сварного соединения	Тип сварного соединения	Вариант подготовки деталей	Сечение сварного соединения	Тип сварного соединения	Вариант подготовки деталей	Сечение сварного соединения
1.	a)		3. $D > 15d$ вид А	a)		5.	a)	
	б)			б)			б)	
	в)			в)			в)	
2. $D < 15d$	a)		4. $s < 0,5d$ вид А	a)		6.	a)	
	б)			б)			б)	
						7.	a)	
						8.	a)	

Рис. 3. Типы соединений и подготовка деталей под сварку

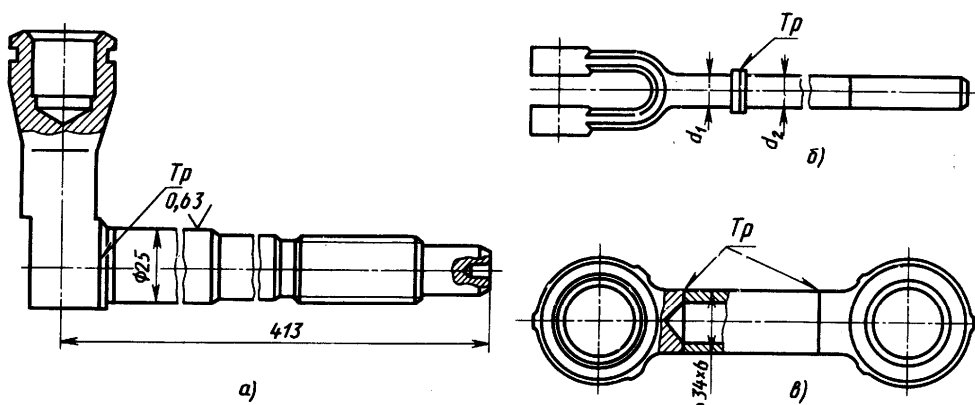
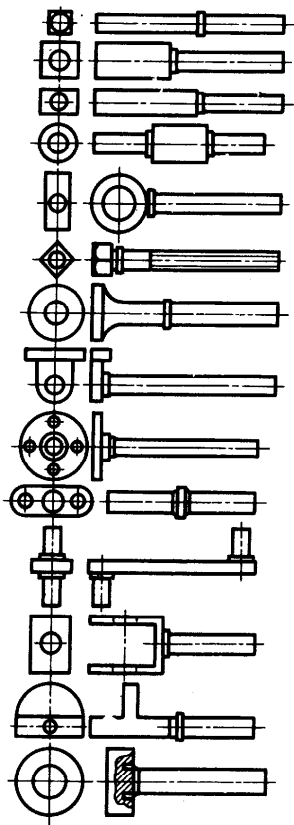


Рис. 5. Детали автомобилей, изготовленные с применением сварки трением

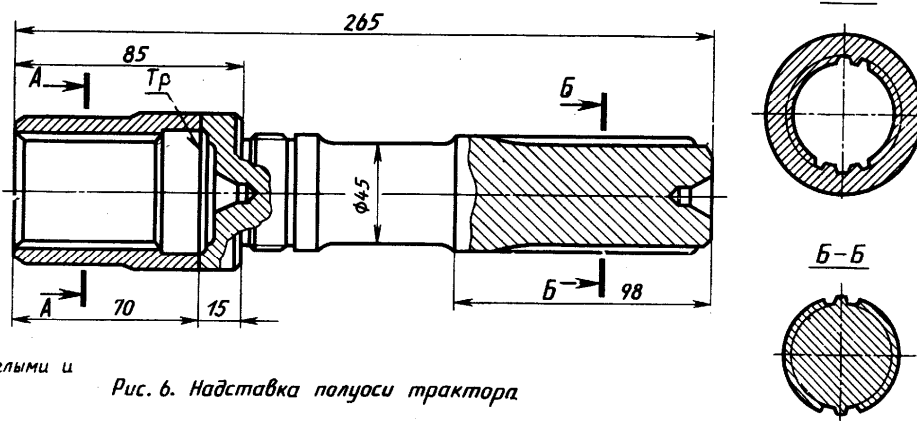


Рис. 4. Сварка стержней с круглыми и прямоугольными заготовками

Рис. 6. Надставка полуоси трактора

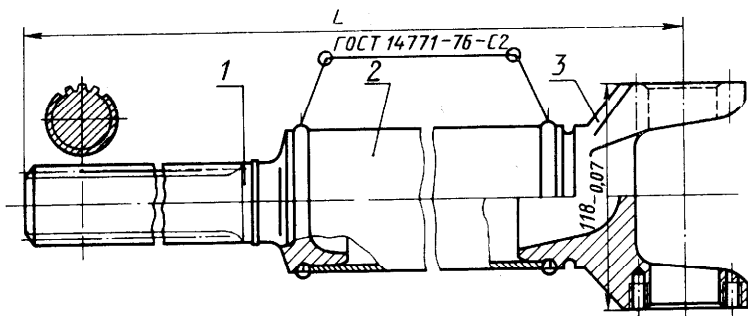
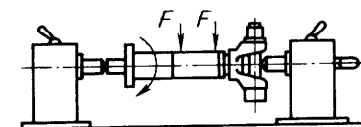
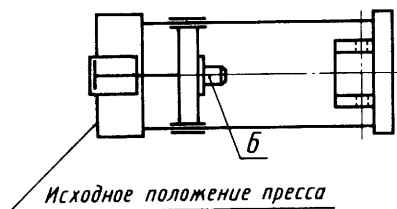
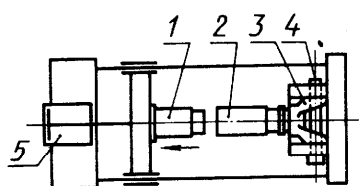


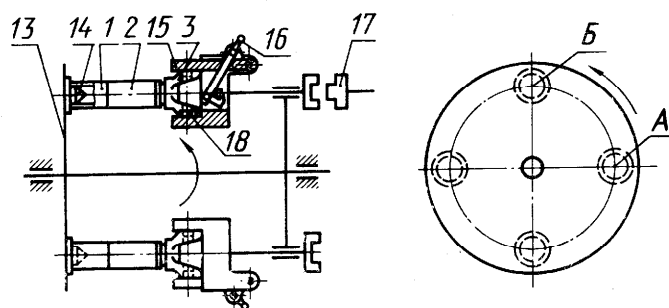
Рис. 1. Карданный вал с соединениями, выполненными дуговой сваркой



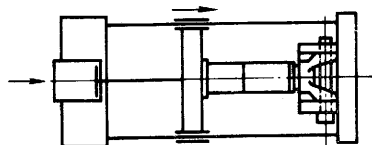
5. Правка заготовки



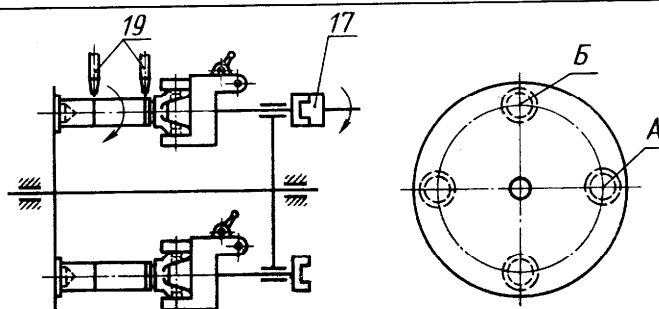
1. Установка заготовок



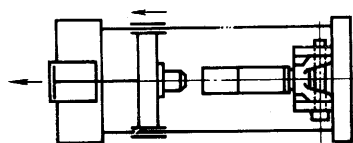
6. Установка заготовки в четырехпозиционный сварочный автомат



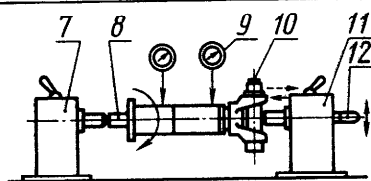
2. Запрессовка заготовок



7. Одновременная сварка двух кольцевых швов



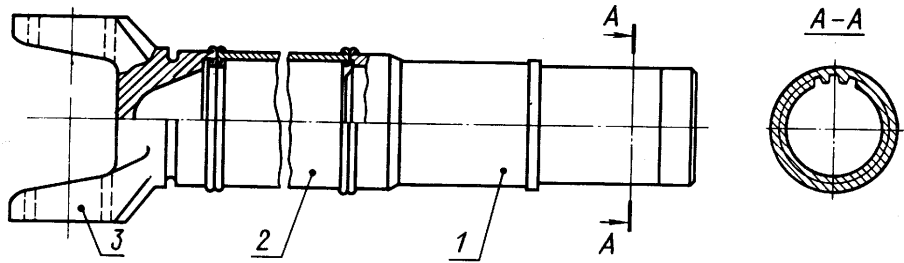
3. Съем заготовки после сборки



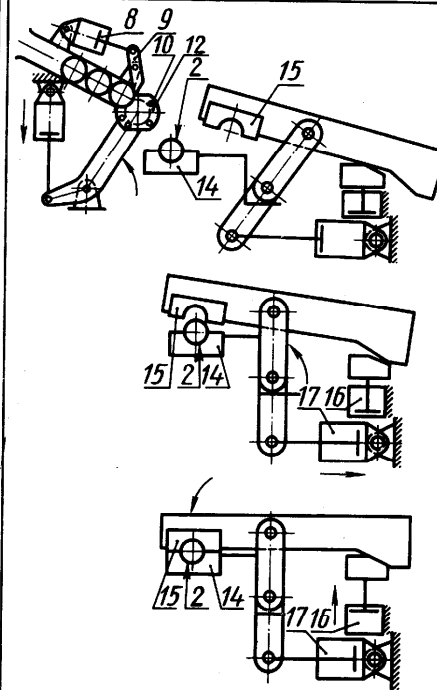
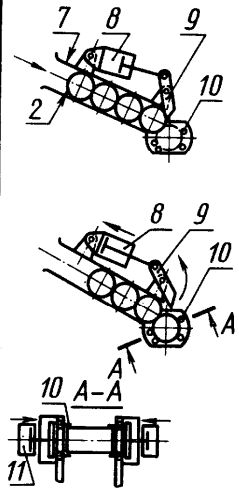
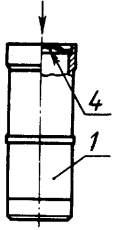
4. Проверка биения оси

Рис. 2. Изготовление карданных валов с применением дуговой сварки

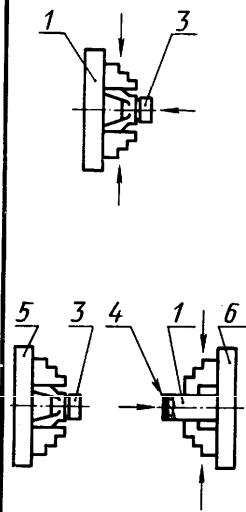
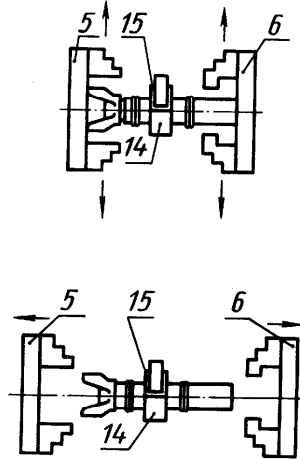
Рис.3. Карданный вал с соединениями, выполненными сваркой трением



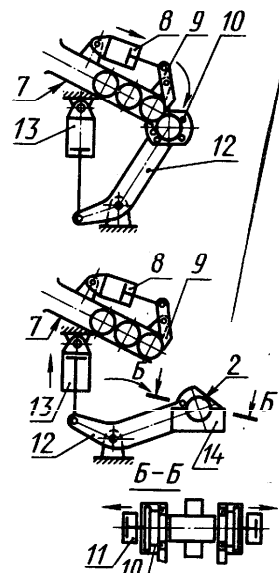
1. Установка уплотнительной заглушки



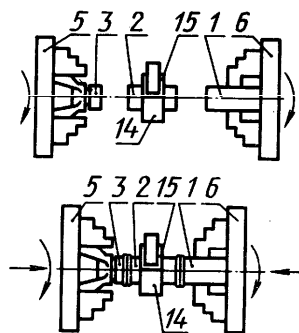
4. Закрепление в тисках неподвижной средней части



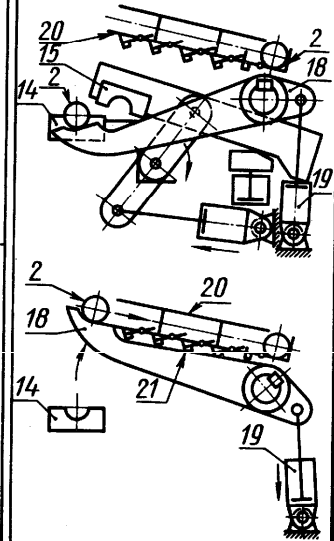
2. Установка в патроны концевых деталей



3. Установка в тиски средней части с помощью автооператора



5. Одновременная приварка концевых деталей



6. Съем изделия после завершения сварки

Рис.4. Изготовление карданных валов с применением сварки трением

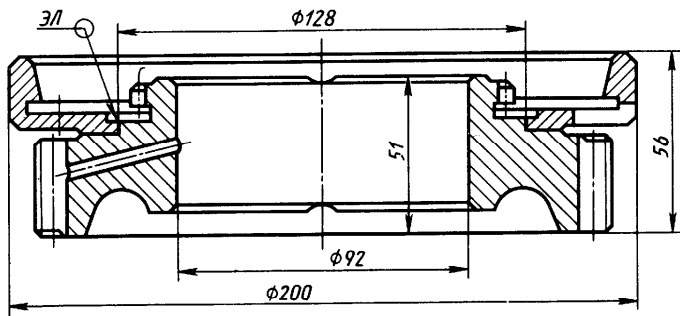


Рис. 1. Зубчатое колесо коробки передач

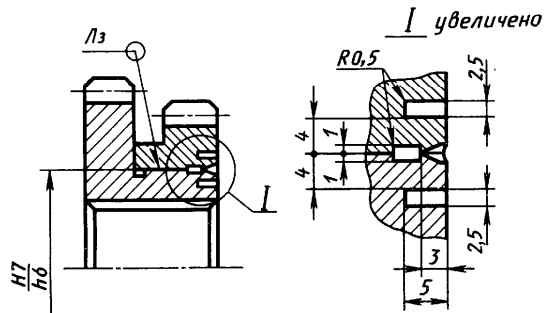


Рис. 2. Соединение блока зубчатых колес лазерной сваркой

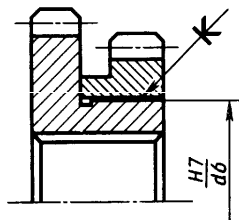


Рис. 4. Клеевое соединение блока зубчатых колес

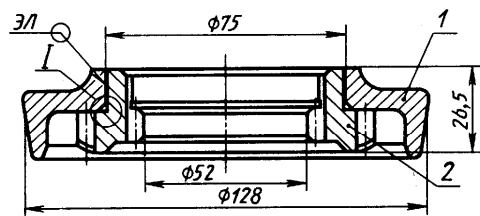


Рис. 3. Муфта синхронизатора

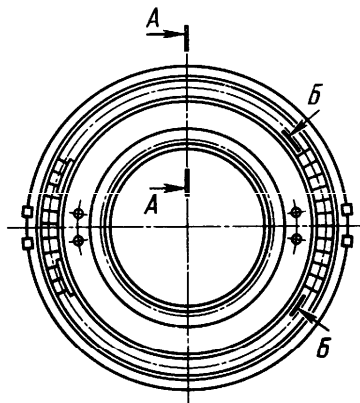
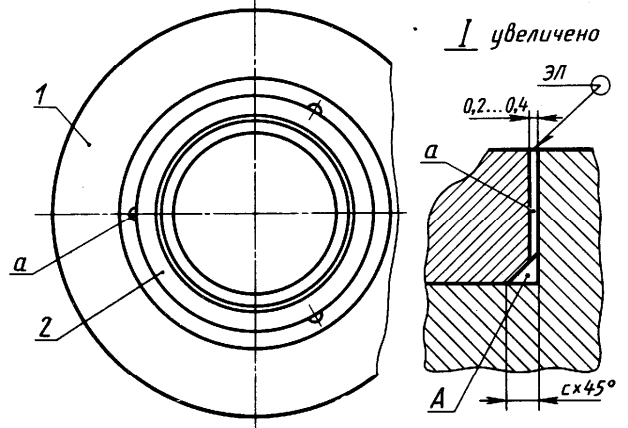


Рис. 5. Сварная диафрагма паровой турбины

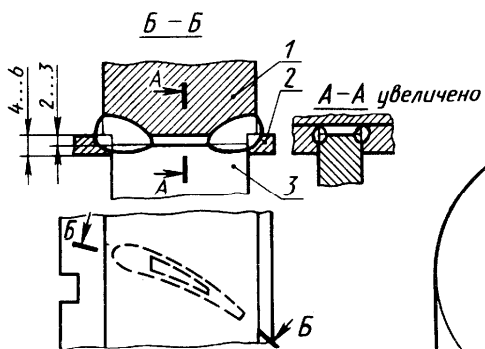
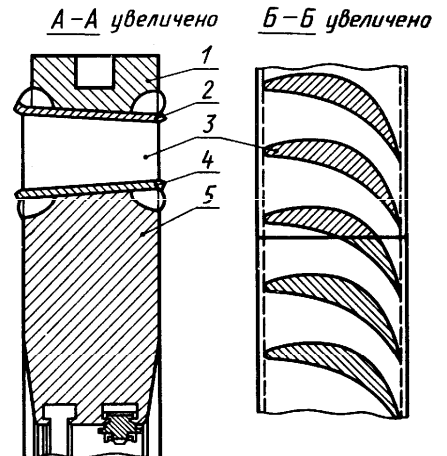


Рис. 6. Сварные соединения направляющих лопаток с бандажной лентой и ободом

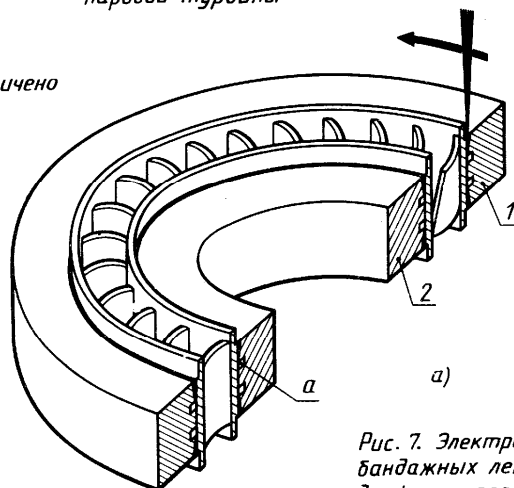
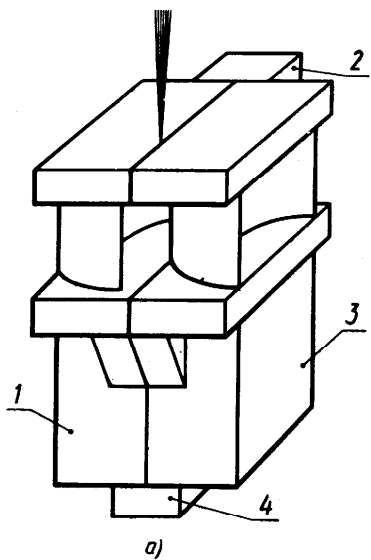
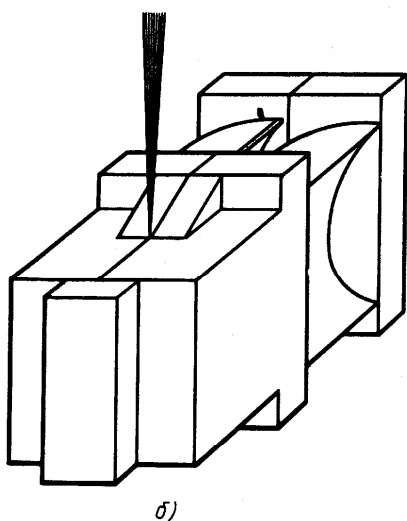


Рис. 7. Электронно-лучевая сварка бандажных лент с телом и ободом диафрагм паровой турбины



а)



б)

Рис. 8. Положение лопаток при сварке верхнего обода (а) и хвостовой части (б)

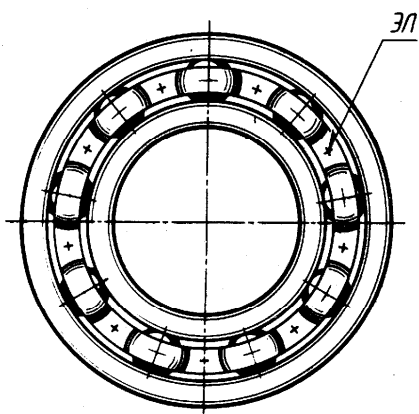


Рис. 10. Шарикоподшипник с сепаратором, сваренный многолучевой сварочной установкой

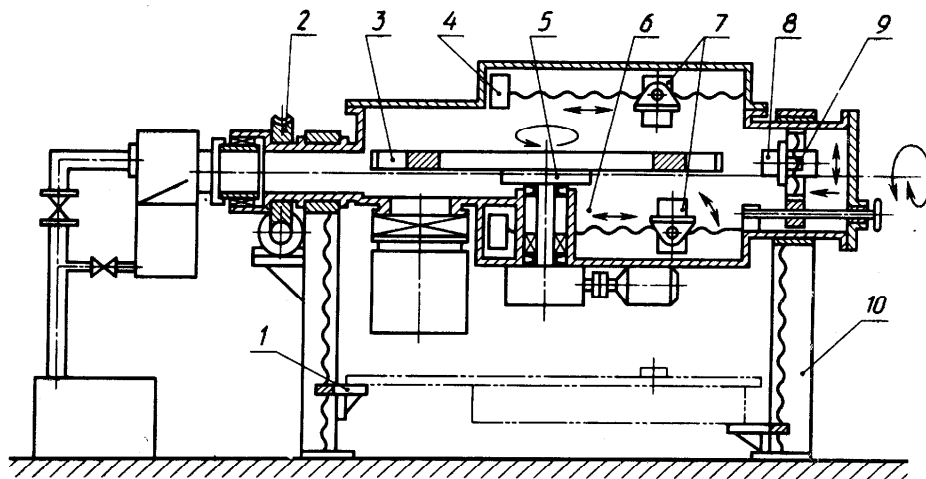


Рис. 9. Схема установки с поворотной камерой для электронно-лучевой сварки пакетов лопаток

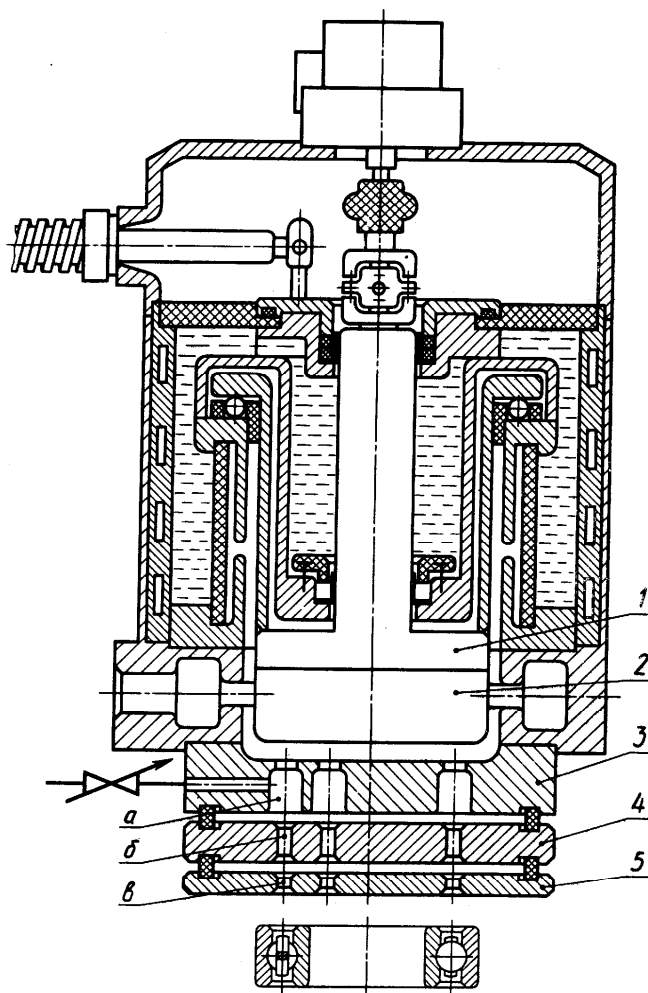


Рис. 11. Схема девятилучевой газоразрядной электронной пушки

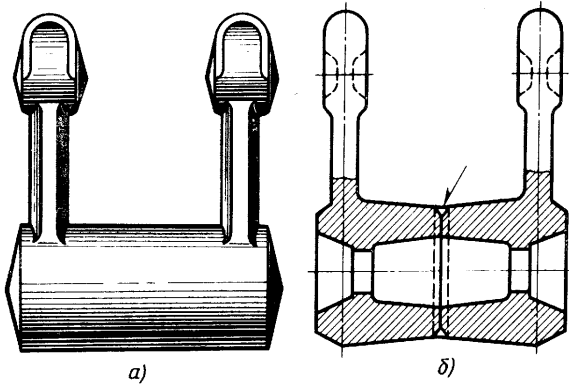


Рис. 1. Цельноштампованная (а) и сварная (б) заготовки

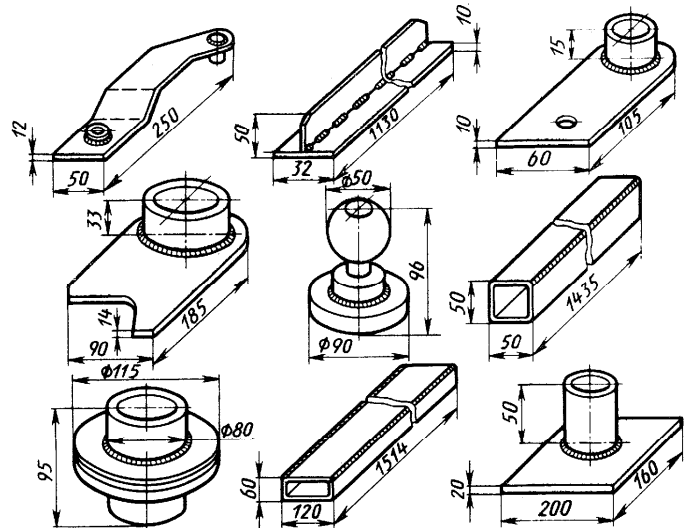


Рис. 4. Примеры деталей в сварном исполнении

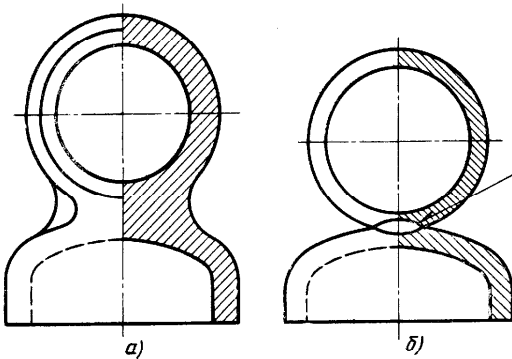


Рис. 2. Проушина амортизатора

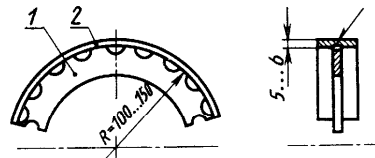


Рис. 5. Сварная тормозная колодка

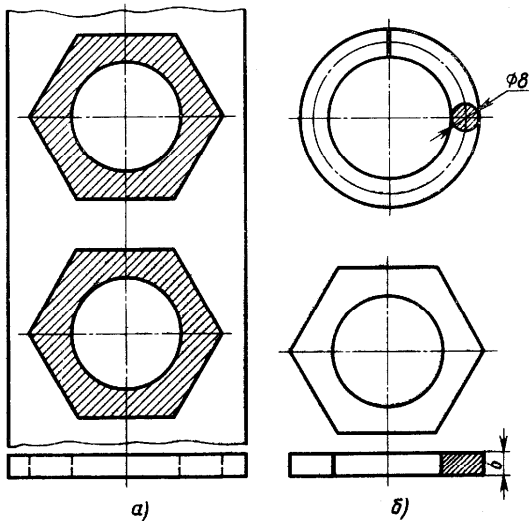


Рис. 3. Варианты изготовления заготовки плоской гайки

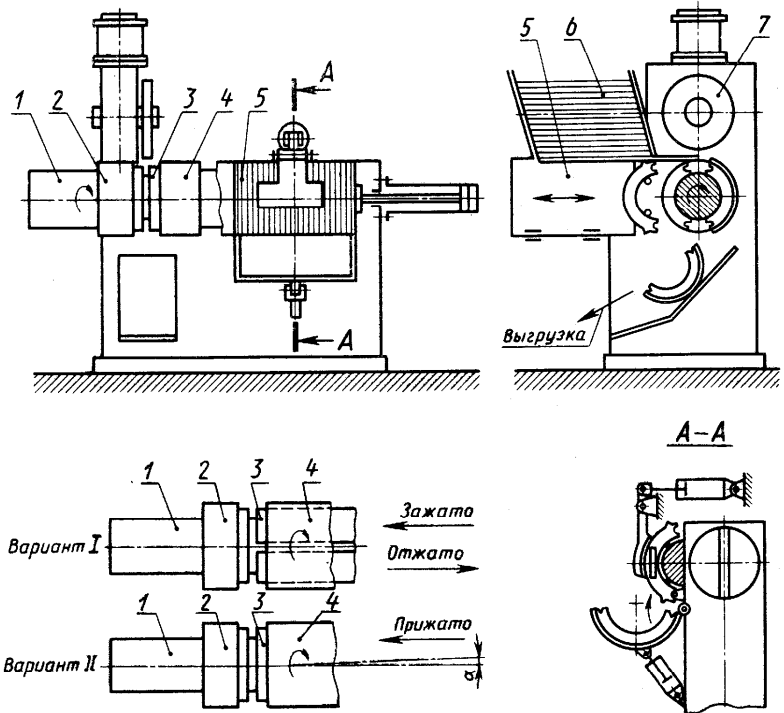


Рис. 6. Схема работы станка-автомата для сборки и сварки тормозных колодок

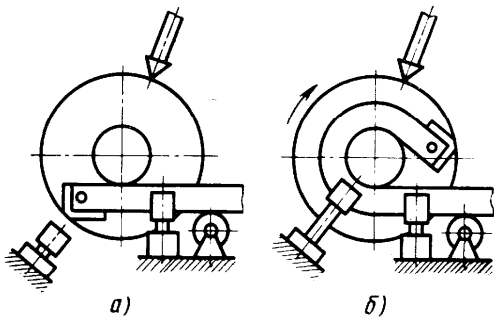


Рис. 7. Схема преобразования полосы в спираль шнека

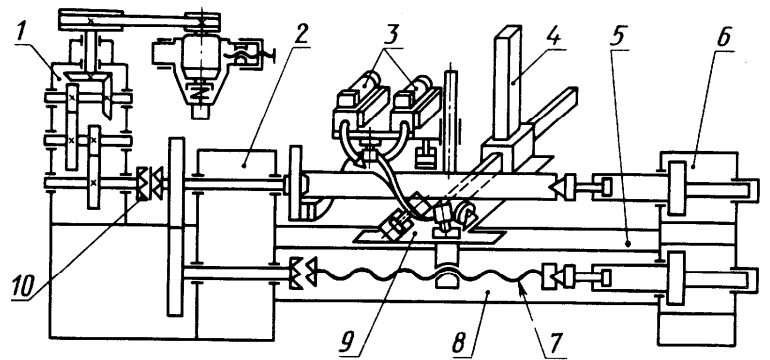
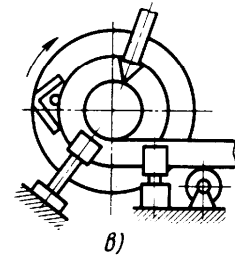


Рис. 8. Схема полуавтоматической установки для навивки шнеков с одновременным нагревом и приварной полосы

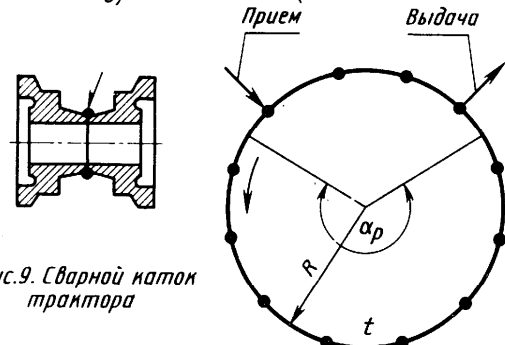


Рис. 9. Сварной каток трактора

Рис. 10. Схема позиций автомата роторного типа

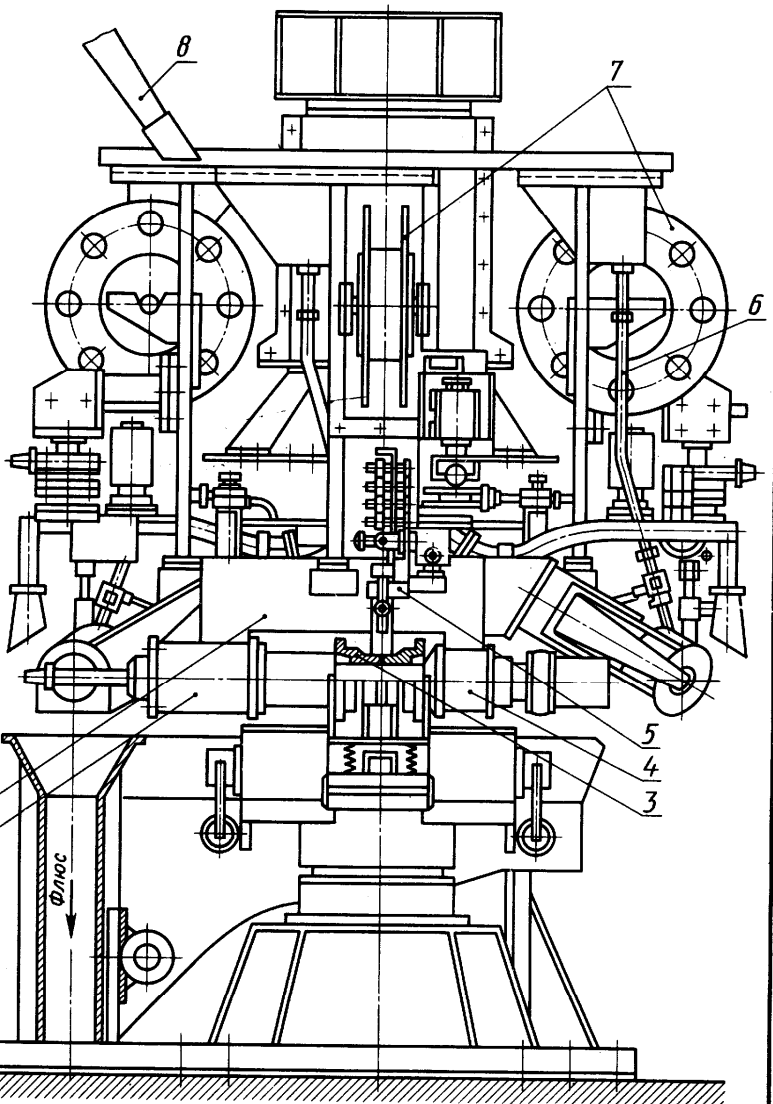


Рис. 12. Станок-автомат роторного типа для сборки и сварки катков трактора

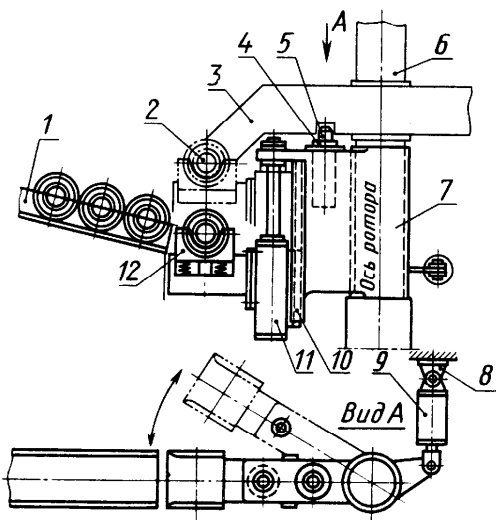


Рис. 11. Загрузочное устройство автомата роторного типа

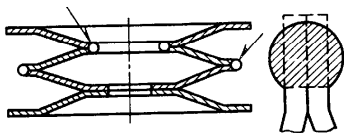


Рис. 1. Сварной сиффон

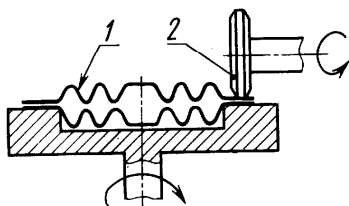


Рис. 2. Контактная сварка мембранного чувствительного элемента

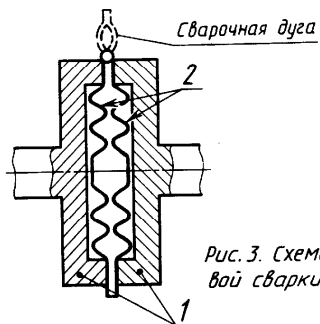


Рис. 3. Схема аргонодуговой сварки мембраны

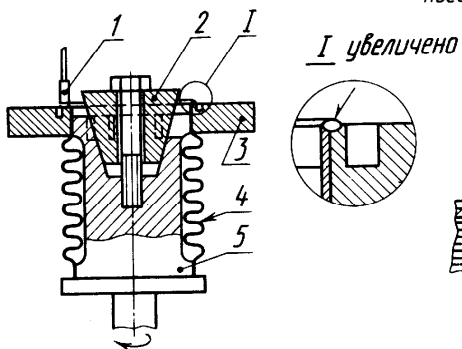


Рис. 4. Сварка сиффона с фланцем

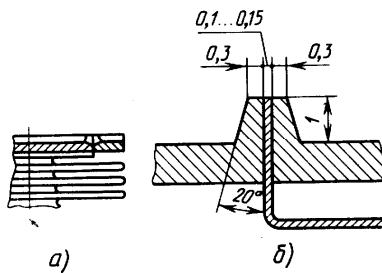


Рис. 5. Соединение сиффона с деталями арматуры

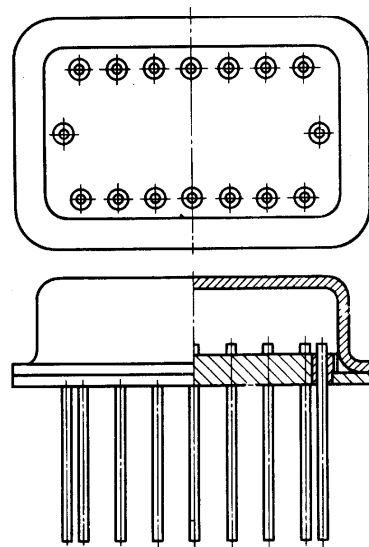


Рис. 7. Конструкция прямоугольного корпуса интегральной микросхемы

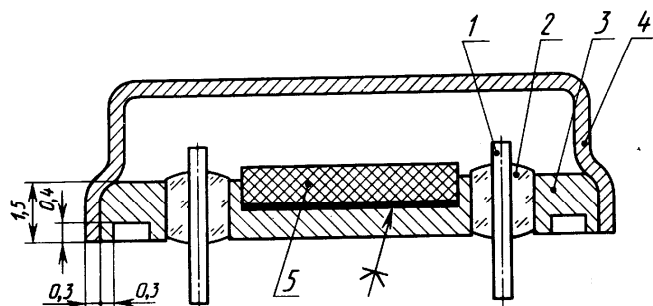


Рис. 6. Элементы интегральной микросхемы

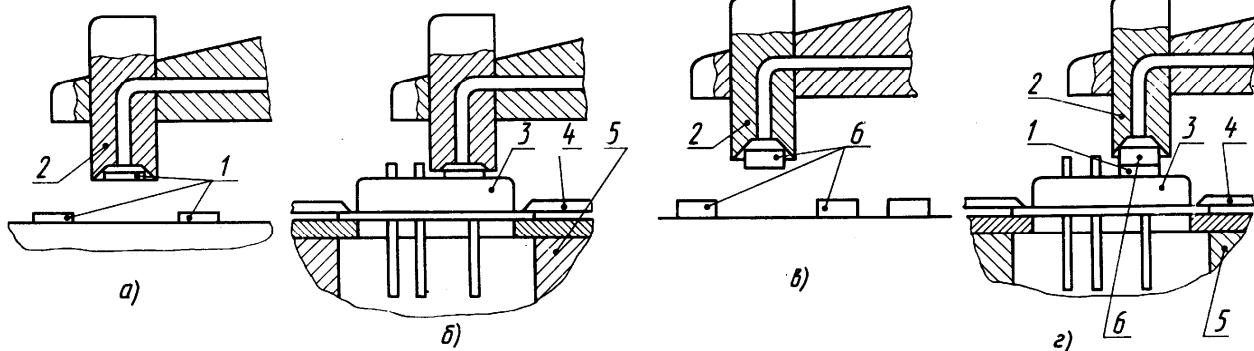


Рис. 8. Сборка кристалла под пайку эвтектическим сплавом

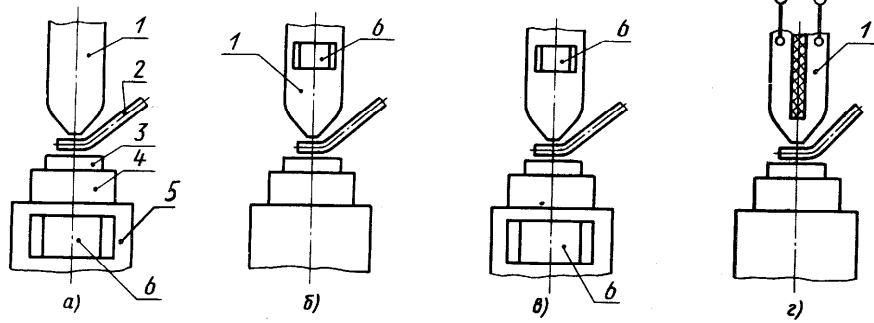


Рис. 1. Варианты нагрева зоны соединения при термокомпрессионной сварке

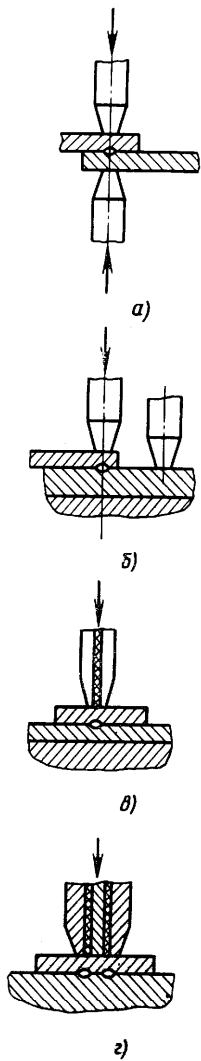


Рис. 2. Схемы контактной микросварки при присоединении электродных выводов

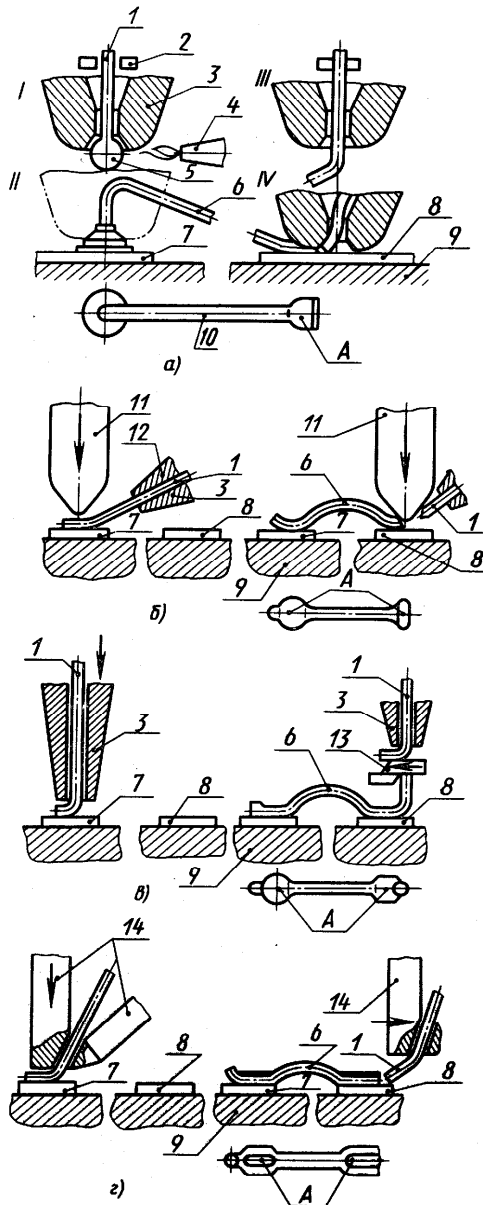


Рис. 3. Виды термокомпрессионной сварки выводов

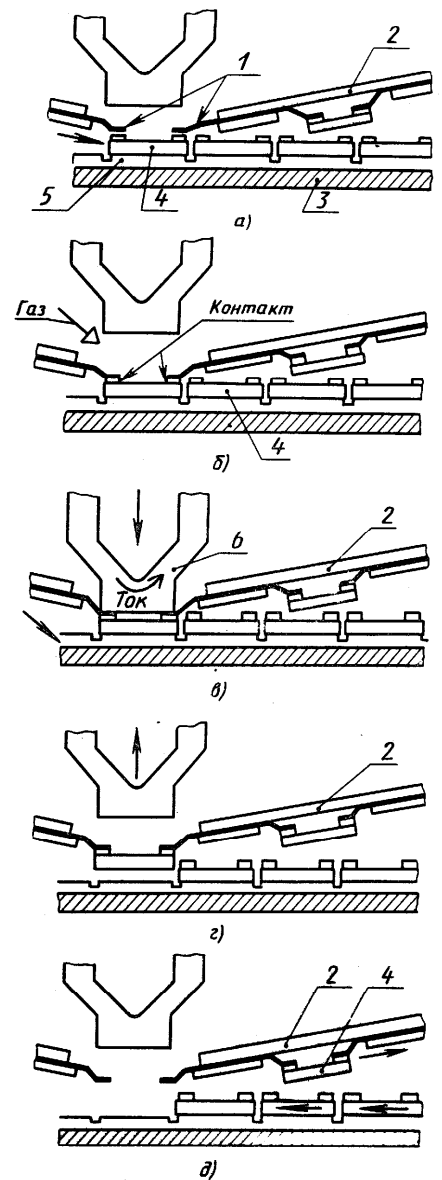


Рис. 4. Типовой процесс последовательной групповой приварки выводов

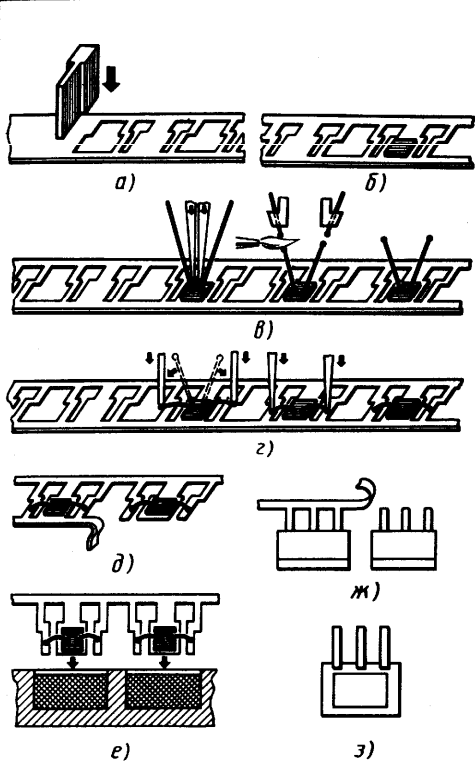


Рис.1. Последовательность операций сборки, приварки выводов и герметизации транзистора КТ-315

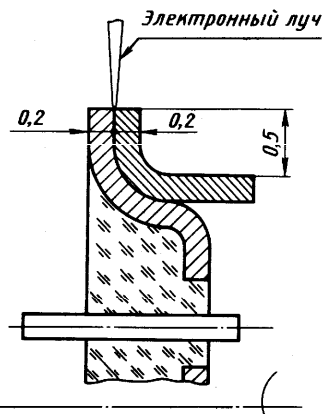


Рис.2. Положение кромок в процессе герметизации электронно-лучевой сваркой

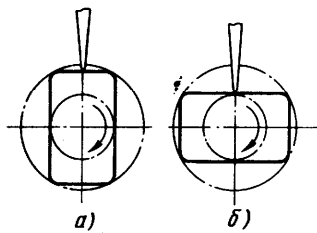


Рис.3. Схема электронно-лучевой сварки прямоугольного корпуса

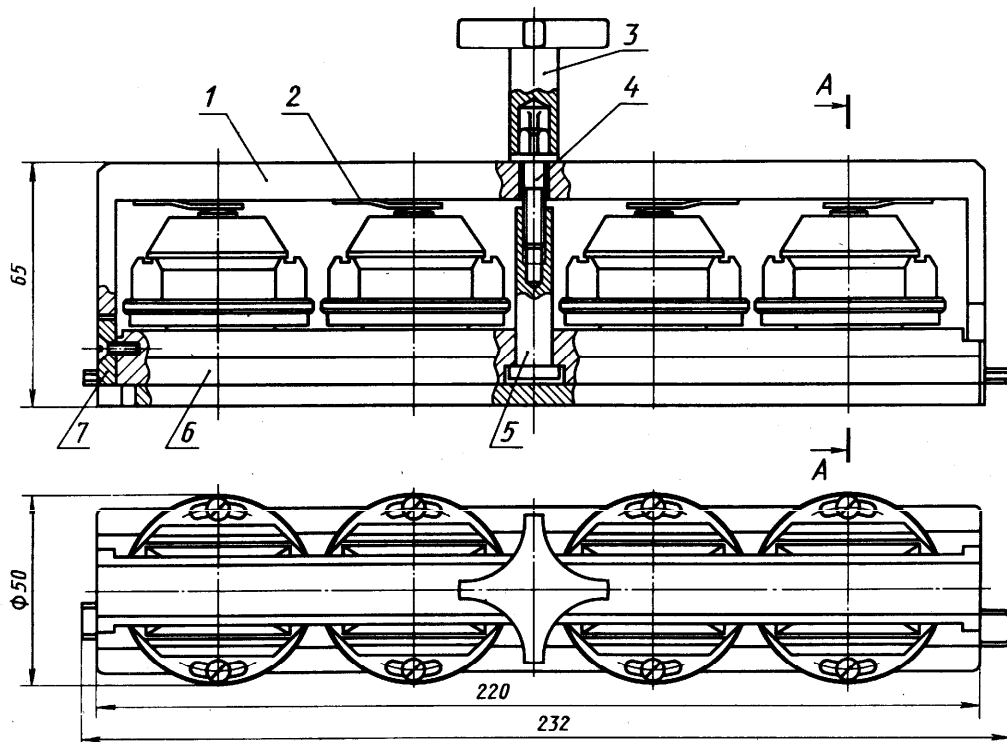
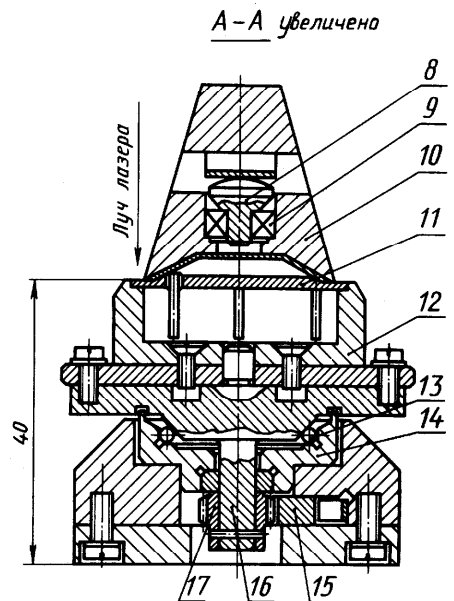


Рис.4. Кассета для лазерной герметизации круглых и прямоугольных корпусов микросхем

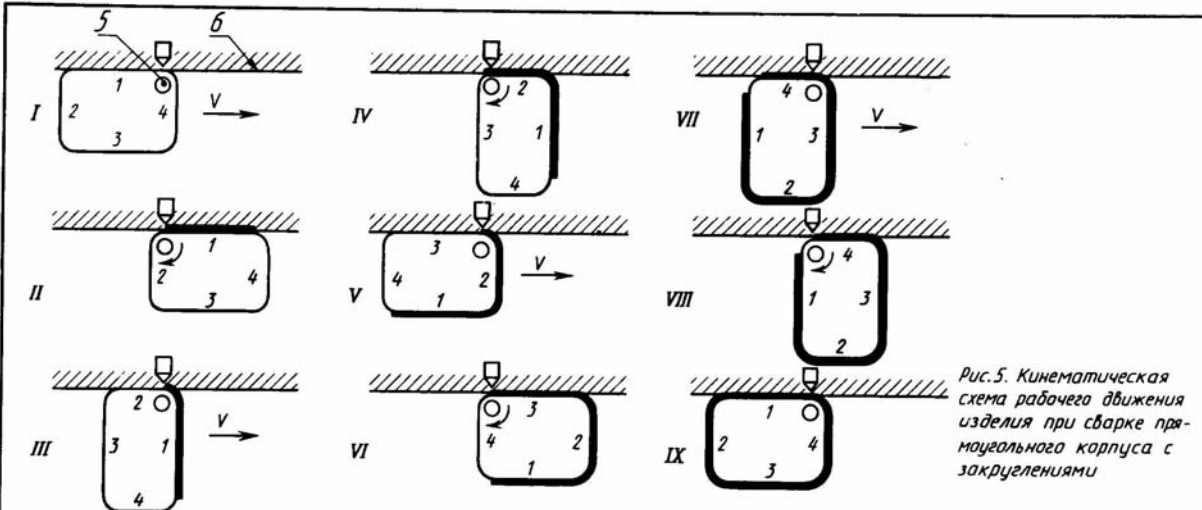


Рис. 5. Кинематическая схема рабочего движения изделия при сварке прямоугольного корпуса с закреплениями

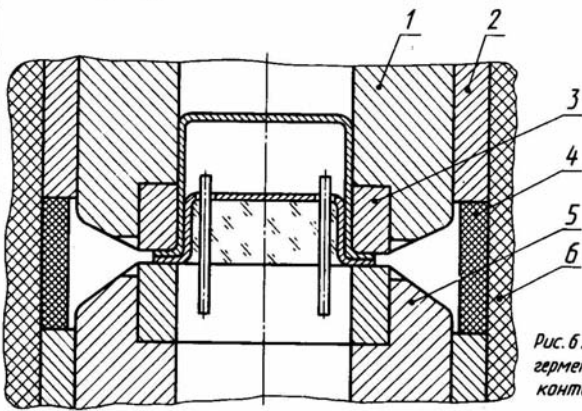


Рис. 6. Сварочный инструмент для герметизации корпусов контурной контактной сваркой

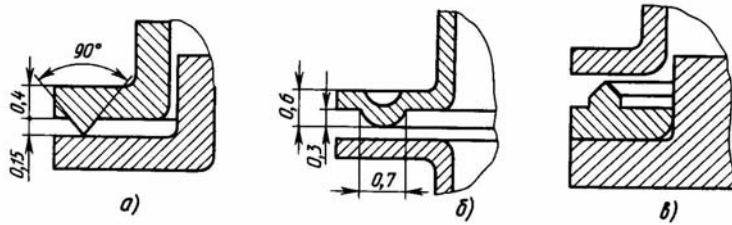


Рис. 7. Варианты выполнения рельефа для контактной сварки

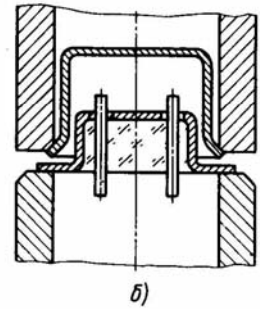
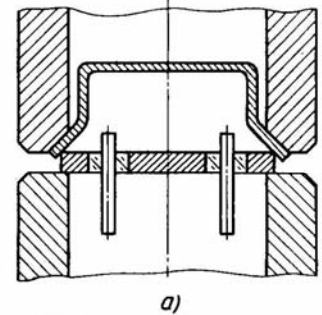


Рис. 8. Способы увеличения контактного сопротивления без рельефа

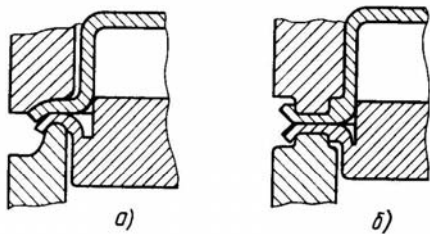


Рис. 9. Схемы холодной сварки корпусов

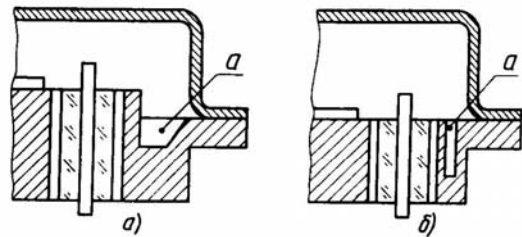


Рис. 10. Канавки для уменьшения напряжения во фланцах

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Березин В.Л., Суворов А.Ф.** Сварка трубопроводов и конструкций: Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1983. 328 с.
2. **Берлине? Ю.И., Балашов Ю.А.** Технология химического и нефтяного аппарата-тостроения. М.: Машиностроение, 1976. 256 с.
3. **Билецкий С.М., Голинько В.М.** Индустриальное изготовление негабаритных сварных листовых конструкций. Киев: Наукова думка, 1983. 272 с.
4. **Бобриков Б.В., Русаков И.М., Царьков А. А.** Строительство мостов. М.: Транспорт, 1978. 296 с.
5. **Виноградов В.С.** Технологическая подготовка производства сварных конструкций в машиностроении. М.: Машиностроение, 1981. 224 с.
6. **Власов С.Н., Позднеев Б.И., Черпаков Б. Я.** Транспортные и грузочные устройства и робототехника: Учебник для техникумов. М.: Машиностроение, 1988.143с.
7. **Галахов И.И., Литонов О.Е., Алисейчик А.А.** Плавающие буровые платформы. Л.: Судостроение, 1981.224 с.
8. **Гитлевич А.Д., Животинский Л.А., Клейнер А.И.** Альбомы механического оборудования сварочного производства. М.: Высшая школа, 1974. 159 с.
9. **Гитлевич А.Д., Этингф'Л.А.** Механизация и автоматизация сварочного производства: Учебник для техникумов. 2-е изд. перераб. М.: Машиностроение, 1979.280с.
- Ю.Гохберг **М.М.** Металлические конструкции подъемно-транспортных машин. 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение, 1976. 456 с.
11. **Диффузионная** сварка материалов: Справочник / В.П. Антонов, В.А. Ба-чин, Г.В. Загорин и др. Под ред. Н.Ф. Казакова. М.: Машиностроение, 1981. 272 с.
12. **Друян В.М., Балакин В.Ф.** Производство сварных труб. М.: Metallургия, 1981.184с.
13. **Дуболазов В.А., Синекол Ю.С., Томашпольский Л.В.** Технология сборки интегральных микросхем: Учеб. пособие для вузов. Киев-Вища школа, 1987. 117с.
14. Дуговая сварка стальных трубных конструкций/И.А. Шмелева, М.З. Шейн-хин, И.В. Михайлов, Э.В. Островский. М.: Машиностроение, 1986. 235-е-.
15. **Дьячков В.К.** Подвесные конвейеры. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1976.320 с.
16. **Дятков С.В.** Архитектура промышленных зданий. М.: Высшая школа, 1976.464с.
17. **Евстифеев Г.А., Веретенников И.С.** Средства механизации сварочного производства: Конструирование и расчет. М.: Машиностроение, 1977. 96 с.
18. **Зерцалов А.И., Певзнер Б.И., Бененсон И.И.** Краны-штабелеры. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1986. 320 с.
19. **Изготовление** стальных конструкций / А.А. Абаринов, Б.И. Гампель, Е.Л. Воронов и др. Под ред. В.М. Краснова. М: Стройиздат, 1978. 335 с.
20. Каплун **Я.А.** Стальные конструкции из широкополочных двутавров. М.: Стройиздат, 1981.143 с.
21. **Козырев Ю.Г.** Промышленные роботы: Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1988. 391 с.
22. **Лессинг Е.Н., Лилеев А.Ф., Соколов А.Г.** Листовые металлические конструкции. М.: Стройиздат, 1970. 487 с.
23. **Мамлик Г.Л.** Изготовление конструкций стальных мостов. М.: Транспорт, 1976.357с.
24. **Мельников Н.П.** Металлические конструкции. Современное состояние и перспективы развития. М.: Стройиздат, 1983. 542 с.
25. **Моряков О.С.** Сварка и пайка в полупроводниковом машиностроении: Учеб. пособие для средних ПТУ. М.: Высшая школа, 1982. 192 с.
26. **Механизация** и автоматизация судостроительного производства: Справочник. Под ред. Л.А. Нахамкина. Л.: Судостроение, 1988. 350 с.
27. **Механизация** технологических процессов изготовления химических машин и аппаратов / Д.Т. Логанов, С.П. Чистяков, М.Л. Каталхерман и др. М.: Машиностроение, 1978. 160с.
28. **Николаев Г.А., Куркин С.А., Винокуров В.А.** Сварные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производства и проектирование сварных конструкций: Учеб. пособие. М.: Высшая школа, 1983. 344 с.
29. **Папков О.С., Хоменко В.М.** Контактные установки для сварки газонефтепроводов: Учебник для техн. училищ. М.: Высшая школа, 1984. 175 с.
30. **Поповский Б.В., Дикун В.Н.** Изготовление и монтаж крупногабаритных листовых конструкций. М.: Стройиздат, 1983. 112с.

31. **Поповский Б.В., Линевиц Г.В.** Сборка и монтаж крупногабаритных аппаратов и емкостей. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.
32. **Проектирование** металлических мостов: Учебник для студентов вузов. Под. ред. А.А. Петропавловского. М.: Транспорт, 1982. 320 с.
33. **Проектирование** сварных конструкций в машиностроении / С.В. Вершинский, В.А. Винокуров, В.Н. Земзин и др. Под ред. С.А. Куркина. М.: Машиностроение, 1975. 376 с.
34. **Промышленные** роботы: Конструирование, управление, эксплуатация / В.И. Костюк, А.П. Гавриш, Л.С. Ямпольский, А.Г. Каргов. Учеб. пособие для студентов вузов. Киев: Вища школа, 1985. 260 с.
35. **Родионов Н.Н.** Современные танкеры. Л.: Судостроение, 1980. 278 с.
36. **Руге Ю.** Техника сварки: Справочник: Пер. с нем. М.: Металлургия, 1984. 552с.
37. **Рыбалко Н.В.** Сборка металлических судов: Учебник для техн. училищ. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1985. 191 с.
38. **Рыжков Н.И.** Производство сварных конструкций в тяжелом машиностроении: Организация и технология. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1980. 376 с.
39. **Сварка** в машиностроении: Справочник: В 4 т. / Ред. кол. Г.А. Николаев (пред.) и др. М.: Машиностроение, 1978—1979. Т. 1—4.
40. **Сварка** в СССР: Т.1. Развитие сварочной техники и науки о сварке. Технологические процессы, сварочные материалы и оборудование / Ред. кол. Ю.А. Анисимов и др. М.: Наука, 1981. 534 с.
41. Сварка трением: Справочник / Под общ. ред. В.К. Лебедева. Л.: Машиностроение, 1987. 235с.
42. **Сварочные** роботы: Пер. с нем. / В. Геттерт, Г. Герден, Х. Гюттнер и др. Под ред. Г. Гердена. М.: Машиностроение, 1988. 288 с.
43. **Свиридова Т.А., Привалов Ю.А.** Монтаж шаровых резервуаров. М.: Стройиздат, 1980. 197 с.
44. **Севбо П.И.** Конструирование и расчет механического сварочного оборудования. Киев: Наукова думка, 1978. 400 с.
45. **Справочник** по технологии сборного железобетона / Г.Я. Антоненко, А.А. Волянский, В.Д. Глуховский и др. Под ред. Б.В. Стефанова. Киев: Вища школа, 1978. 255 с.
46. **Таубер Б.А.** Подъемно-транспортные машины: Учебник для лесотехн. спец. вузов. 4-е изд. перераб. и доп. М.: Лесн. промышленность, 1980. 456 с.
47. **Тимченко В.А., Сухомлин А.А.** Роботизация сварочного производства. Киев: Техника, 1988. 175 с.