

представляет собой крестовину 2 с натяжным винтом 1. При сборке раскрытая цепь центратора подводится под свариваемые трубы, на цапфы крестовины надеваются крючки. При этом пластины цепи располагаются симметрично по обеим сторонам от плоскостистыка. Затем цепь натягивается винтом 1, а ролики 4 совмещают кромки обеих труб. После прихватки центратор снижают и трубы сваривают.

3.5. СБОРОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

Устройства для сборки плосколистовых конструкций. При сборке плосколистовых конструкций основной задачей является совмещение кромок собираемых листов в одной плоскости (при сварке встык) или прижатие листов друг к другу (при сварке внахлестку). Эта задача определяет конструкцию типовых устройств для сборки плосколистовых конструкций — электромагнитных стендов и стендов с передвижными балками и порталами. Все эти устройства имеют прижимы, направленные перпендикулярно плоскости изделия. Иногда устройства оборудуют упорами, обеспечивающими правильное расположение собираемых листов в плане.

Стенды с передвижными (катучими) балками применяют для сборки листовых полотниц встык и внахлестку, для установки ребер, накладок и других деталей на листы, для сборки каркасов с листами. Стенды представляют собой стеллажи с направляющими, по которым передвигаются балки. На балках расположены передвижные прижимы с пневмоцилиндрами. На рис. 3.24 показан стенд с передвижной балкой, снабженной тремя прижимами с пневмоцилиндрами. Стенд состоит из стеллажа 7 с боковыми направляющими 6, по которым на четырех колесах 2 передвигается балка 3, оборудованная тремя передвижными прижимами 8 с пневмоцилиндрами 4. Каждый цилиндр снабжен пневмораспределителем 5. Для предотвращения подъема балки во время прижатия имеются захваты 1.

Стенды применяют для сборки листов толщиной 6...8 мм; ширина стендов достигает 15 мм; длина зависит от собираемых конструкций. Число прижимов 1—4, усилие каждого прижима 5...15 кН.

Устройства для сборки цилиндрических конструкций. Сборка цилиндрических конструкций включает в себя три основные операции — сборку обечаек по продольным стыкам, сборку обечаек по кольцевым стыкам и сборку обечаек с днищами. Основ-

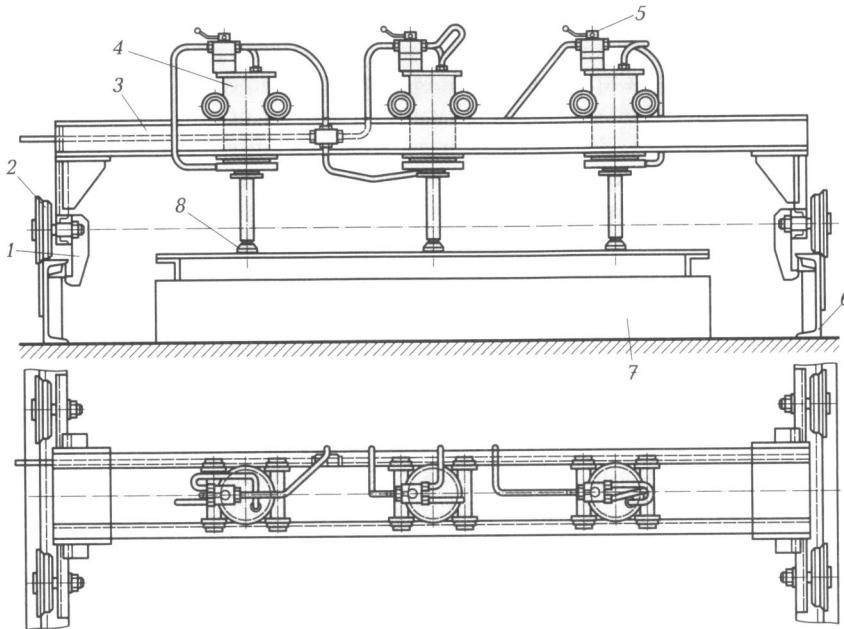


Рис. 3.24. Стенд с передвижной балкой, снабженной тремя прижимами с пневмоцилиндрами:

1 — захват; 2 — колесо; 3 — балка; 4 — пневмоцилиндр; 5 — пневмораспределитель; 6 — боковая направляющая; 7 — стеллаж; 8 — передвижной прижим

ные задачи при сборке по продольным стыкам — соединение кромок стыка (совмещение их в одной касательной плоскости) и выравнивание торцевых кромок.

На рис. 3.25, а показана установка для сборки обечайек по продольным стыкам, представляющая собой порталную раму 2 с двумя гидравлическими стяжками 4 (для совмещения и соединения продольных кромок) и гидравлической стяжкой 5 (для выравнивания торцевых кромок). Стяжки 4 с помощью пружинных подвесок 6 закреплены на тележках 7, передвигающихся по раме 2. На этих же тележках закреплены и панели управления 3. Винты заменены гидроцилиндрами: двумя зажимными 9, одним выравнивающим 10 и одним стягивающим 11. Стяжка 5 для торцевых кромок представляет собой гидроцилиндр с двумя цепями, на концах которых имеются крючки, зацепляющиеся за кромки обечайки 8. Во время сборки обечайка находится на роликовых опорах 1, на которые она попадает по наклонному стеллажу. Перед сборкой обечайку поворачивают на роликовых опорах стыком вверх и стяжкой 5 выравнивают торцевые кромки в плоскости, перпендикулярной к продольной оси обечайки (рис. 3.25, б). После этого кромки обечайки соединяют гидравлическими стяжками (рис. 3.25, в) и прихватывают дуговой сваркой, начиная с середины стыка. Собранная обечайка снимается с роликовых опор специальным пневматическим выталкивателем.

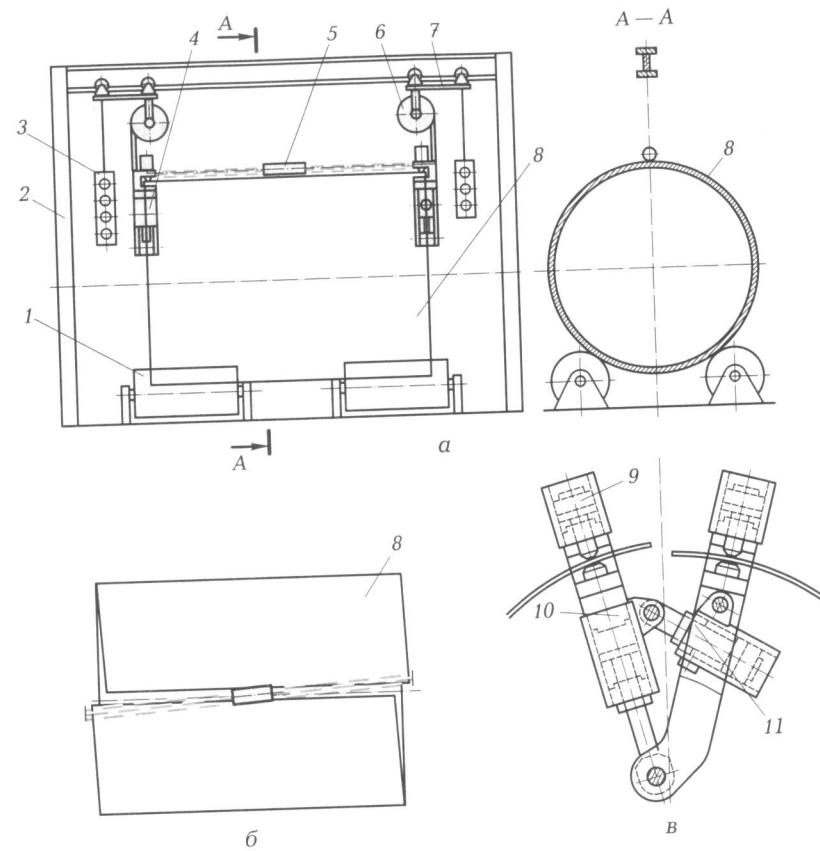


Рис. 3.25. Установка для сборки обечайек по продольным стыкам:

а — конструкция установки; б — положение обечайки перед сборкой; в — схема соединения кромок обечайки; 1 — роликовая опора; 2 — порталная рама; 3 — панель управления; 4, 5 — опора; 6 — пружинные подвески; 7 — тележки; гидравлические стяжки; 8 — обечайка; 9 — зажимной гидроцилиндр; 10 — выравнивающий гидроцилиндр; 11 — стягивающий гидроцилиндр

рах 1, на которые она попадает по наклонному стеллажу. Перед сборкой обечайку поворачивают на роликовых опорах стыком вверх и стяжкой 5 выравнивают торцевые кромки в плоскости, перпендикулярной к продольной оси обечайки (рис. 3.25, б). После этого кромки обечайки соединяют гидравлическими стяжками (рис. 3.25, в) и прихватывают дуговой сваркой, начиная с середины стыка. Собранная обечайка снимается с роликовых опор специальным пневматическим выталкивателем.

При сборке по продольным стыкам обечаек малого диаметра абсолютная величина несовпадения торцов обычно невелика, поэтому достаточно совместить и соединить кромки стыка. Эту операцию выполняют на приспособлении, показанном на рис. 3.26. На сварном каркасе 1 приспособления размещены два рычажных прижима 3 с пневмоцилиндрами 2 и опорный ложемент 4, на который укладывается обечайка. В осевом направлении положение обечайки определяется торцовым упором 5. При подаче воздуха прижимы с обеих сторон обжимают обечайку по наружному диаметру, соединяя кромки продольного стыка. Обечайка прижимается к деталям, расположенным внутри нее (например, к дискам). На этом же приспособлении можно выполнять сварку, так как прижимы расположены сбоку, и продольный стык остается открытым. Приспособление применимо для сборки обечаек диаметром до 400 мм и длиной 320 мм при толщине стенки 5 мм.

При сборке обечаек по кольцевым стыкам необходимо прижать обечайки друг к другу, совместив их торцевые кромки по всей окружности. В соответствии с этим основными элементами оборудования для сборки кольцевых стыков должны быть осевые и радиальные прижимы.

Установка для сборки обечаек по кольцевым стыкам (рис. 3.27) представляет собой тележку 6 со скобой 5, передвигающуюся по рельсам 12, проложенным между роликовыми опорами 11, на которых размещены собираемые обечайки. На скобе закреплены три пневмоцилиндра: передний 2, средний 4 и задний 7. Штоки пневмоцилиндров связаны с прижимами. Шток переднего пнев-

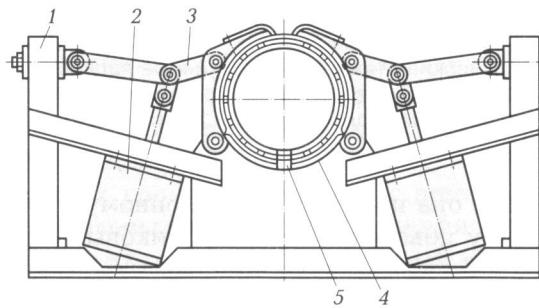


Рис. 3.26. Приспособление для сборки по продольным стыкам обечаек малого диаметра:

1 — каркас; 2 — пневмоцилиндр; 3 — прижим; 4 — опорный ложемент; 5 — торцовый упор

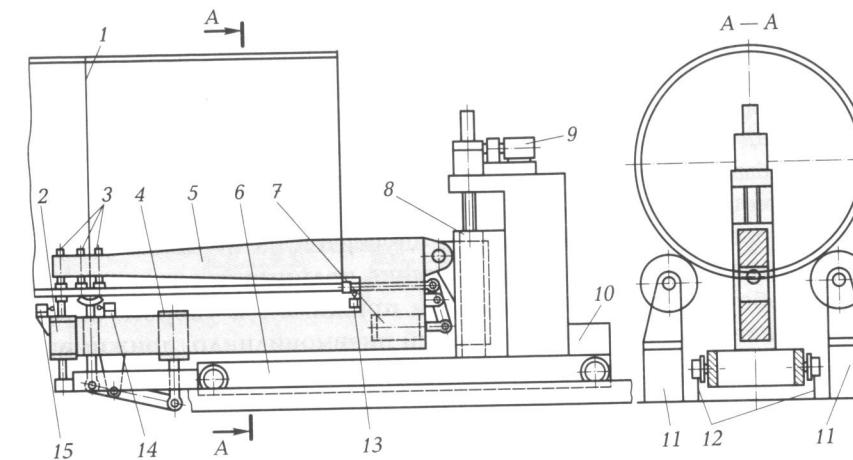


Рис. 3.27. Установка для сборки обечаек по кольцевым стыкам:

1 — стык обечаек; 2 — передний пневмоцилиндр; 3 — винтовые упоры; 4 — средний пневмоцилиндр; 5 — скоба; 6 — тележка; 7 — задний пневмоцилиндр; 8 — направляющие; 9 — электропривод перемещения скобы; 10 — электропривод тележки; 11 — роликовые опоры; 12 — рельсы; 13, 14, 15 — конечные выключатели

моцилиндра заканчивается прижимной пятой, а штоки среднего и заднего пневмоцилиндров соединены с прижимами рычажными передачами, что увеличивает прижимное усилие в несколько раз по сравнению с усилием, развиваемым пневмоцилиндрами. На верхней части скобы, напротив прижимов переднего и среднего пневмоцилиндров, размещены три регулируемых винтовых упора 3. Скоба может подниматься и опускаться в пределах 0,45 м с помощью электропривода 9 по направляющим 8, закрепленным на тележке. Тележка приводится в движение от электропривода 10.

В исходном положении воздух выпущен и давления во всех пневмоцилиндрах нет. При этом шток переднего пневмоцилиндра своим нижним концом опирается на тележку, а конец скобы под действием собственной массы опускается до упора верхней крышки переднего пневмоцилиндра в поршень. Прижим среднего пневмоцилиндра под действием массы поршня находится вверху, а прижим заднего — в крайнем правом положении. В начале работы механизмом подъема скоба устанавливается на таком уровне, чтобы упоры 3 были на 15...20 мм выше нижней стенки обечайки. Затем воздух подается в верхнюю полость переднего пневмоцилиндра и передний конец скобы поднимается.

Одновременно воздух подается в нижнюю полость среднего пневмоцилиндра и средний прижим опускается. В таком положении тележка заводит скобу внутрь обечайки, лежащей на роликовых опорах установки, до тех пор пока кольцевой стык 1 не окажется над средним прижимом (между вторым и третьим верхними упорами). Теперь воздух подается в нижнюю полость переднего пневмоцилиндра, вначале передний конец скобы опускается, пока передний верхний упор не опустится на нижнюю стенку левой обечайки. После этого поршень поднимается и зажимает левую обечайку между передними прижимом и упором. Затем последовательно включаются задний пневмоцилиндр, прижимающий правую обечайку к левой, и средний, прижимающий кромки обеих обечеек к верхним упорам, предварительно отрегулированным на необходимую высоту.

После выравнивания кромок обечеек производится прихватка, затем пневмоцилиндры переключаются, и все прижимы отводятся от обечеек. При пуске воздуха в верхнюю полость переднего пневмоцилиндра сначала отходит его прижим (до упора нижним концом штока в тележку). После этого поршень останавливается и от давления воздуха в верхнюю крышку начинает подниматься сам пневмоцилиндр, поворачивая скобу с упорами, отходящими от обечеек. Освобожденные обечайки поворачиваются на роликовом стенде, и происходят подгонка и прихватка в рядом расположном месте стыка. После сборки стыка тележка со скобой откатывается, на стенд устанавливается новая обечайка, и цикл повторяется. Управление пневмоцилиндрами осуществляется с кнопочной станции электропневмораспределителями. В исходных положениях пневмоцилиндры отключаются конечными выключателями 13—15.

На подобных установках собирают технические сосуды диаметром от 0,5 м (при толщине стенки до 16 мм) до 6 м (при толщине стенки до 50 мм). Длина отдельных обечеек достигает 3,5 м. Для сборки обечеек со стенкой толщиной до 70 мм применяются установки с гидроцилиндрами.

На рис. 3.28 показано приспособление для сборки обечеек с днищами. Приспособление используется для сборки внахлестку обечеек диаметром 220 мм при толщине стенки 2...2,5 мм.

Собираемую обечайку укладывают в ложементы, накидывают на нее хомут, который соединяют с тягами зажимных пневмоцилиндров, после чего правым пневмораспределителем подают воздух в полость пневмоцилиндров, обеспечивая надежный зажим обечайки и калибровку ее торцов. В прижимные диски устанавливают под запрессовку днища, которые удерживаются в них

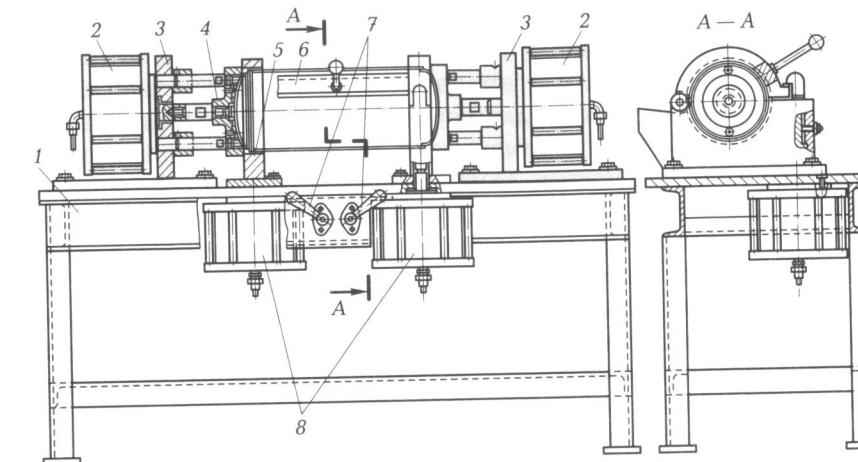


Рис. 3.28. Приспособление для сборки обечеек с днищами:

1 — сварная рама; 2 — горизонтальные пневмоцилиндры; 3 — боковые стойки; 4 — прижимные диски; 5 — ложементы; 6 — накидной хомут; 7 — пневмораспределители; 8 — вертикальные пневмоцилиндры

электромагнитами. Левым пневмораспределителем сжатый воздух подается в горизонтальные пневмоцилиндры, и происходит запрессовка днищ. При правильной цилиндрической форме торцов (если нет необходимости в калибровке) хомут можно не накидывать. Запрессовка днищ в этом случае производится в свободно лежащую обечайку. Для облегчения запрессовки цилиндрические части днищ выполняются с заходными уклонами.

Устройства для сборки балочных конструкций. При сборке балочных конструкций необходимо обеспечить правильное взаимное расположение и прижать друг к другу по всей длине составляющие балку элементы. Для этого в серийном производстве применяются стены с передвижными сборочными порталами и сборочные поворотные и неповоротные кондукторы.

Стены с передвижными сборочными порталами применяются также при изготовлении длинных балок в мелкосерийном производстве.

Стенг для сборки двутавровых балок (рис. 3.29) состоит из сварной рамы 1, двух опорных балок 11, служащих опорой для стенки собираемой балки 7, самоходного портала 4 с двумя вертикальными 6 и двумя горизонтальными 5 пневматическими при-

жимами. Одна из опорных балок с помощью винтов 2 и конических редукторов 9, приводимых во вращение электродвигателем 10, может передвигаться и устанавливаться в соответствии с высотой собираемой балки. Один вертикальный и один горизонтальный прижимы могут перемещаться вдоль портала, два других прижима — неподвижные. Портал передвигается по рельсовому пути, уложенному вдоль рамы. Для снятия собранной балки имеются пневмотолкатели 3. При сборке стенка собираемого элемента укладывается на опорные балки, а полки — вдоль балок на опорные винты 8, установленные на определенную высоту. Портал, передвигаясь вдоль собираемого изделия, останавливается напротив мест прихваток; включаются прижимы, и производится прихватка собираемых элементов. Затем прижимы отходят, портал подводится к месту следующих прихваток, и цикл повторяется. На установке собирают балки длиной до 15 м и высотой 460...2 000 мм при ширине полки до 600 мм и толщине полки до 60 мм.

Двутавровые балки можно собирать и на стенде без портала. В этом случае роль вертикальных прижимов портала выполняют электромагниты, смонтированные вдоль стендса в два ряда с шагом 760 мм. Один ряд расположен на каретках, перемещающих-

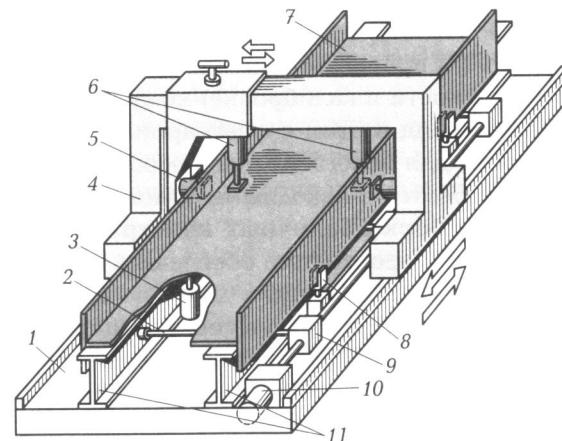


Рис. 3.29. Стенд для сборки двутавровых балок:

1 — сварная рама; 2 — винты; 3 — пневмотолкатель; 4 — самоходный портал; 5 — горизонтальные пневмоприжимы; 6 — вертикальные пневмоприжимы; 7 — собираемая балка; 8 — опорные винты; 9 — конический редуктор; 10 — электродвигатель; 11 — опорные балки

ся поперек стендса в зависимости от высоты собираемой балки. На этих же каретках размещен один ряд горизонтальных пневматических прижимов; второй ряд их закреплен по неподвижной части стендса. Стенд состоит из отдельных секций длиной по 6,2 м и предназначен для сборки балок высотой 400...3 500 мм. Преимущество стендса — возможность выполнения прихватки автоматической сваркой. Недостаток стендса — сложность и громоздкость, в особенности для длинномерных балок.

На рис. 3.30 приведен образец двухпозиционного поворотного кондуктора для сборки и сварки коротких коробчатых балок, состоящих из двух профильных заготовок. На основании 8 с двумя стойками 1 в подшипниках укреплена поворотная рама 6 с прямо действующими прижимами 3 с мембранными пневмоцилиндрами.

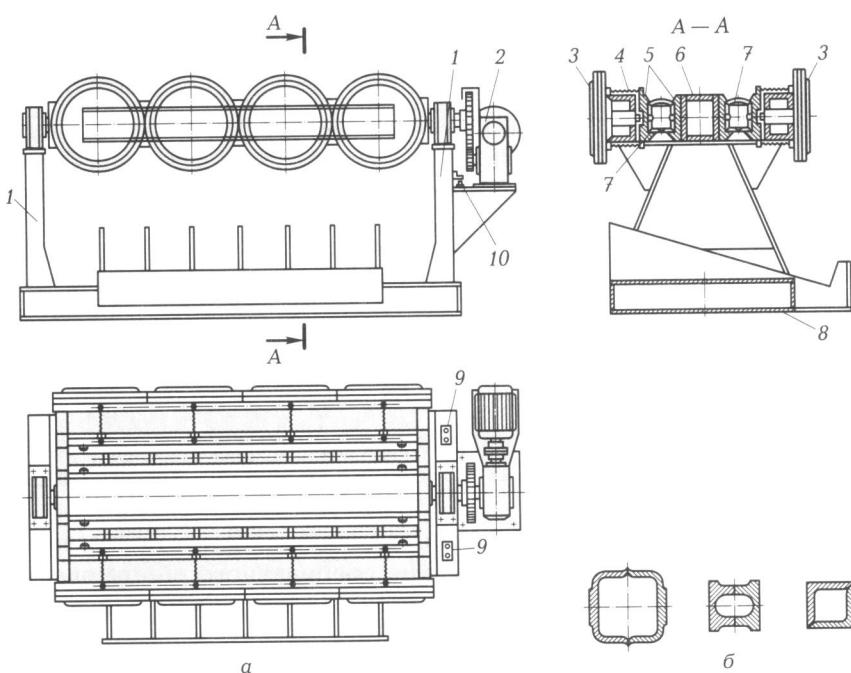


Рис. 3.30. Двухпозиционный поворотный кондуктор для сборки и сварки коротких коробчатых балок:

а — конструкция кондуктора; б — типовые сечения свариваемых балок; 1 — стойки; 2 — привод поворота кондуктора; 3 — прямодействующие прижимы; 4 — возвратные пружины; 5 — опорные планки; 6 — поворотная рама; 7 — торцевые фиксаторы; 8 — основание; 9 — конечный выключатель; 10 — упор

В раме имеются два продольных окна, к стенкам которых прикреплены сменные опорные планки 5 с торцевыми фиксаторами 7 и возвратными пружинами 4. Форму поперечного сечения опорных планок подбирают в зависимости от профиля заготовок собираемой балки. На одной из стоек помещается привод 2 поворота кондуктора, состоящий из электродвигателя, предохранительной муфты, червячного редуктора и зубчатой передачи.

При сборке на опорные части планок по фиксаторам 7 укладывают заготовки балок и включением пневмоцилиндров прижимают заготовки к средней части рамы. После выполнения первого продольного шва у обеих балок кондуктор поворачивается на 180° и выполняется второй шов. После поворота рама фиксируется конечным выключателем 9 и упором 10. Затем воздух отключается, прижимы отводятся возвратными пружинами, а освобожденные сваренные балки падают на поддон основания. После этого кондуктор поворачивается в обратную сторону на 180° и цикл повторяется.

3.6. УНИВЕРСАЛЬНО-СБОРНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Универсально-сборное приспособление (УСП) представляет собой набор нормализованных деталей и узлов, из которых компонуется целое приспособление для сборки того или иного сварного узла. По окончании изготовления сварного узла приспособление разбирается, а из его деталей и узлов компонуются новые приспособления.

УСП успешно применяются для сборки различных рам, кронштейнов, балок, трубчатых конструкций, рычагов и подобных сварных узлов.

Наиболее эффективны УСП в индивидуальном и мелкосерийном производстве, где применение специального оборудования экономически невыгодно из-за больших затрат труда и материалов на проектирование и изготовление.

Комплект УСП для сварочного производства включает в себя следующие элементы:

- базовые детали — плиты и угольники, являющиеся основаниями, на которых размещаются элементы приспособления;
- корпусные детали — подкладки и опоры, составляющие каркас приспособления;

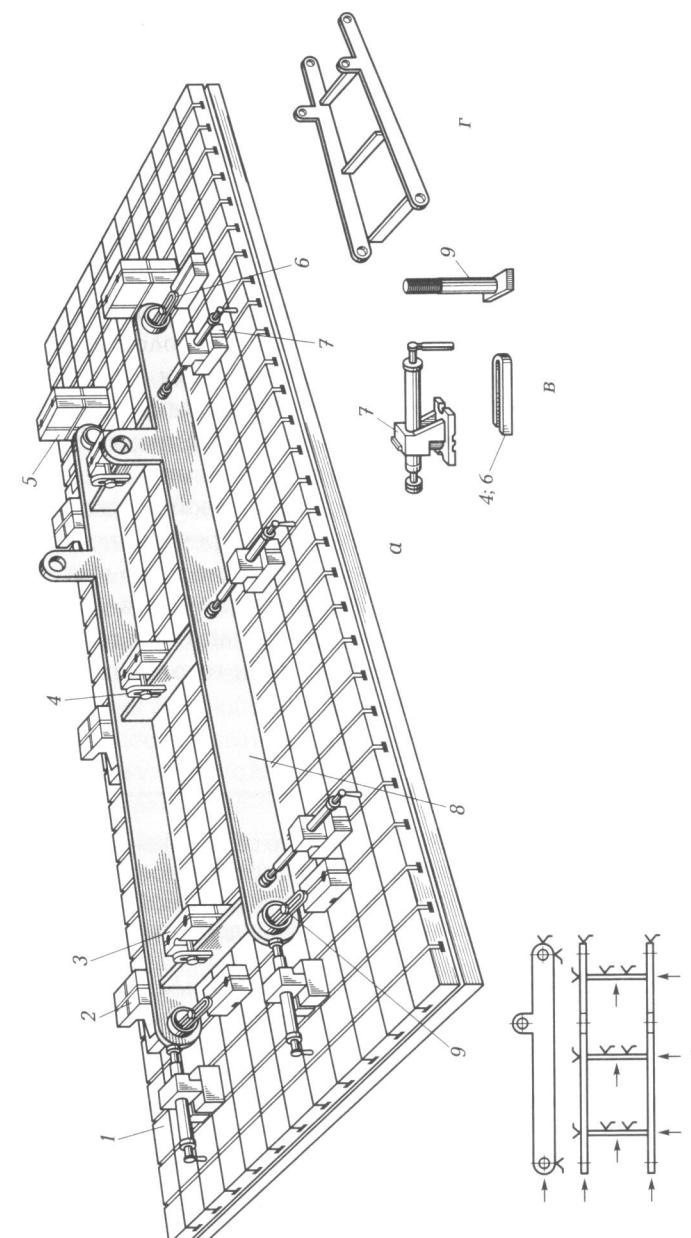


Рис. 3.31. Компоновка УСП для сборки рамы [а], схема базирования [б], элементы УПС [в] и готовая рама [г]:
1 — плита; 2 — угольник; 3, 5 — упоры; 4, 6 — винты; 7 — прихваты; 8 — винтовой прижим; 9 — винт с Т-образной головкой

- фиксирующие элементы — упоры, призмы, опоры, фиксаторы и домкраты для установки собираемых деталей сварного узла;
- прижимные элементы — прижимы, струбцины, распорки, стяжки и планки для закрепления собираемых деталей сварного узла;
- установочные детали — шпонки для фиксирования элементов УСП;
- крепежные детали — болты, шпильки, гайки, шайбы и сухари для закрепления элементов приспособления.

Перед применением УСП намечают схему базирования изделия, на основании которой составляют схему расположения и закрепления необходимых элементов приспособления на плите.

На рис. 3.31 показана компоновка УСП для сборки рамы 8, состоящей двух длинных полос с отверстиями, соединенных тремя короткими полосами. Продольные полосы укладывают на плиту 1, упирая их торцами в упоры 5, а одна из полос (базовая) боковой плоскостью опирается на угольники 2. Затем укладывают поперечные полосы, упирая их в упоры 3 и закрепляя прихватами 4. После этого вторую продольную полосу прижимают винтовыми прижимами 7 к торцам поперечных полос. Продольные полосы прижимаются к плите 1 прихватами 6 с помощью винтов 9 с Т-образными головками.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каково основное назначение сборочного оборудования?
2. Перечислите основные группы сборочного оборудования
3. Как базируются детали наиболее распространенной формы — призматической, цилиндрической, с цилиндрическими отверстиями?
4. Перечислите основные требования к установочным элементам.
5. Расскажите о разновидностях и назначении установочных элементов.
6. Перечислите основные требования к зажимным элементам.
7. Перечислите преимущества механических зажимных элементов.
8. Назовите преимущества и недостатки приспособлений с электромагнитами и с постоянными магнитами.
9. В каких случаях применяются переносные сборочные приспособления?
10. Что входит в комплект УСП?

ГЛАВА 4

МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

4.1. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

К механическому оборудованию сварочного производства относится оборудование для установки и перемещения свариваемых изделий, для установки и перемещения сварочных аппаратов, для перемещения сварщика, для уплотнения стыков, для сбора, подачи, удержания и удаления флюса из зоны сварки. В ряде случаев к механическому также относят оборудование для сборки и отделки сварных конструкций и подъемно-транспортные средства сварочных цехов.

Оборудование для установки и перемещения свариваемых изделий в положение, наиболее удобное при выполнении технологических операций, применяется на всех стадиях технологического процесса изготовления сварных конструкций при ручной, полуавтоматической и автоматической электрошлаковой и контактной сварке. Оно составляет значительную часть механического оборудования сварочного производства.

Приспособления для закрепления деталей подразделяются на поворотные и неповоротные. Поворотные приспособления используются для закрепления крупногабаритных деталей, которые в процессе сварки поворачиваются для удобного подхода к ним.

Неповоротные приспособления применяются для соединения мелких деталей, при сварке которых нет необходимости в изменении их пространственного положения для удобного формирования шва.

Оборудование для установки и перемещения сварочных аппаратов применяется при полуавтоматической и автоматической сварке круговыми и прямолинейными швами.

Оборудование для перемещения сварщика обеспечивает его удобное положение при работе на высоте.

Трансформаторы с подвижными обмотками. Трансформаторы с развитым магнитным рассеянием и подвижными обмотками принципиально могут выполняться как на броневых, так и на стержневых сердечниках. Стержневые конструкции (рис. 8.10, а) отличаются меньшим удельным расходом материалов и потому получили большее распространение.

Развитое магнитное рассеяние достигается за счет конструкции обмоток, выполненных в виде дисков, и соответствующего расположения их на стержнях. Одну из обмоток (обычно вторичную) выполняют подвижной, а другую — неподвижной. При перемещении подвижной обмотки, осуществляемом с помощью ходового винта, изменяется расстояние между обмотками ξ и как следствие — ток сварки. При большом удалении обмоток эффективность регулирования снижается; кроме того, уменьшается напряжение холостого хода, что нежелательно при сварке на малых токах. Поэтому обычно диапазон регулирования разбивают на две ступени: больших и малых токов. В первом диапазоне

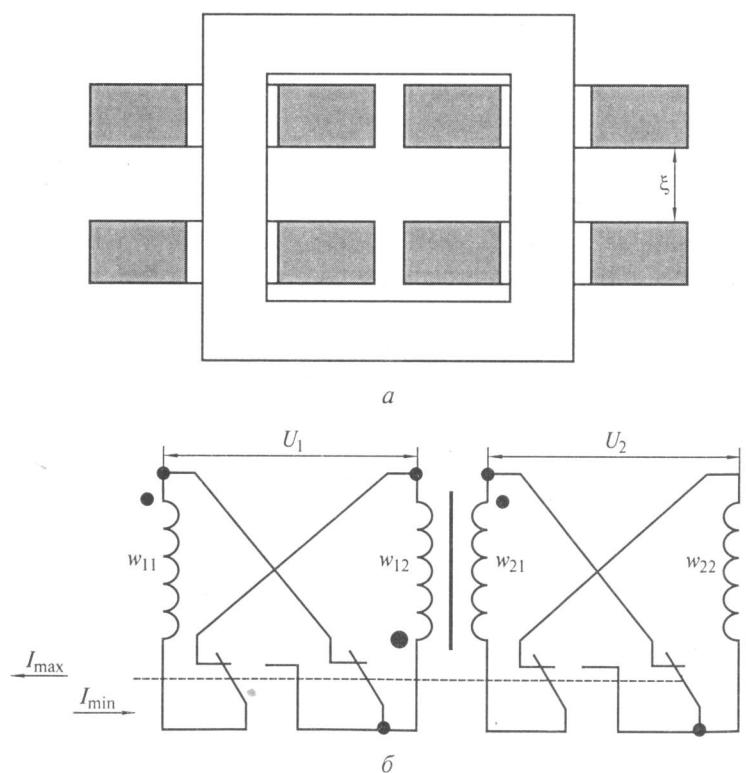


Рис. 8.10. Конструкция (а) и электрическая схема (б) трансформатора с подвижными обмотками

обмотки включают параллельно, а во втором — последовательно. Типовая электрическая схема трансформатора серии ТДМ с двумя ступенями регулирования показана на рис. 8.10, б. На практике обычно в ряде трансформаторов последовательно включают не все обмотки, а только их части. При этом возможно увеличение напряжения холостого хода в режимах малых токов.

Трансформаторы с подвижными обмотками получили широкое распространение. Данный принцип регулирования реализован в сериях ТС, ТСК, ТД, ТДМ.

Трансформаторы с подвижными магнитными шунтами. Трансформаторы этого типа имеют, как правило, стержневую конструкцию и разнесенные, жестко закрепленные дисковые обмотки, между которыми перемещается магнитный шunt (рис. 8.11).

Трансформатор с полностью выведенным магнитным шунтом ($z = z_{\max}$) очень близок по характеристикам к трансформатору с раздвижными подвижными обмотками и имеет минимальное сопротивление. При полностью введенном шунте индуктивное сопротивление достигает своего максимального значения. Трансформаторы не имеют постоянного напряжения холостого хода, поскольку часть магнитного потока всегда замыкается через шунт.

Такие трансформаторы рассчитаны на относительно небольшие токи до 250...300 А. Увеличение тока возможно за счет размещения в зоне первичной обмотки части вторичной или наоборот, а также за счет дополнительных коммутационных переключений, обеспечивающих ступенчатое регулирование тока. Данный принцип регулирования реализован в трансформаторах типа СТДН и СТШ.

Трансформаторы с дросселями насыщения и подмагничиваемыми шунтами. Главное достоинство трансформаторов с дросселями

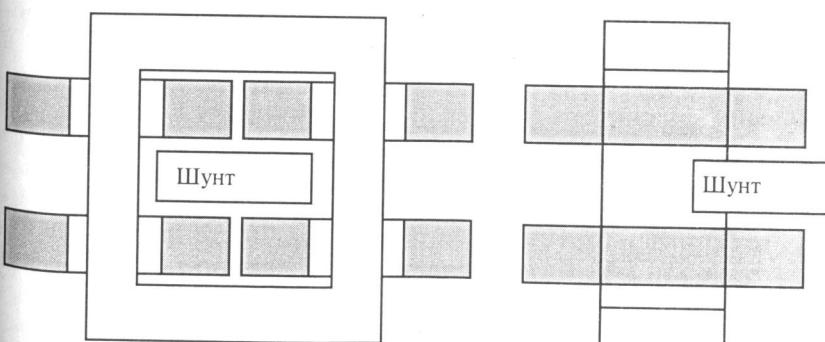


Рис. 8.11. Конструкция трансформатора с подвижным магнитным шунтом

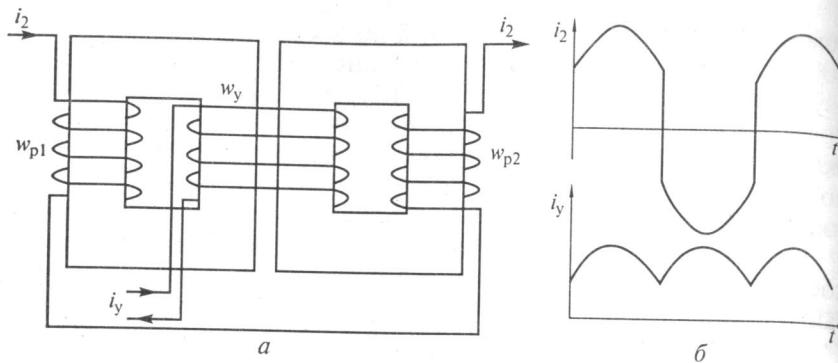


Рис. 8.12. Дроссель насыщения (а) и токи в рабочих обмотках и обмотке управления (б)

насыщения — возможность расширения пределов регулирования тока сварки при отсутствии подвижных частей, что определяет их надежность и долговечность. Основные их узлы — дроссели насыщения, включаемые последовательно в цепь сварки. Обмотка управления, как правило, охватывает оба сердечника, а рабочие обмотки в этом случае соединяют встречно (рис. 8.12).

Предположим, что по обмотке управления протекает ток i_y , а по рабочим обмоткам — ток нагрузки i_2 . В течение первого полупериода намагничающие силы постоянного и переменного полей в первом элементе суммируются, а во втором — вычитаются, в течение следующего полупериода — наоборот. Таким образом, в любой момент времени один из сердечников насыщен, а другой нет. Полное сопротивление насыщенного сердечника мало, в то время как реактивное сопротивление ненасыщенного сердечника велико. Таким образом, изменяя ток управления, можно изменять величину сопротивления сварочной цепи и, соответственно, ток сварки.

Принцип регулирования характеристик сварочных трансформаторов с помощью подмагничиваемых шунтов реализован в трансформаторах серии ТДФ (рис. 8.13).

Магнитная система состоит из двух замкнутых и перпендикулярно расположенных магнитопроводов: внешнего (трансформатора) и внутреннего (шунта). Силовые обмотки трансформатора расположены симметрично на двух стержнях, причем вторичные обмотки секционированы. Дополнительные части вторичной обмотки 6 удалены от первичной обмотки 3, а дополнительные части 2, наоборот, приближены к ней. Это обеспечивает ступенчатое изменение сопротивления короткого замыкания и позволяет получить два основных режима работы — на малых и больших токах. Обмотка управления 7 разбита на че-

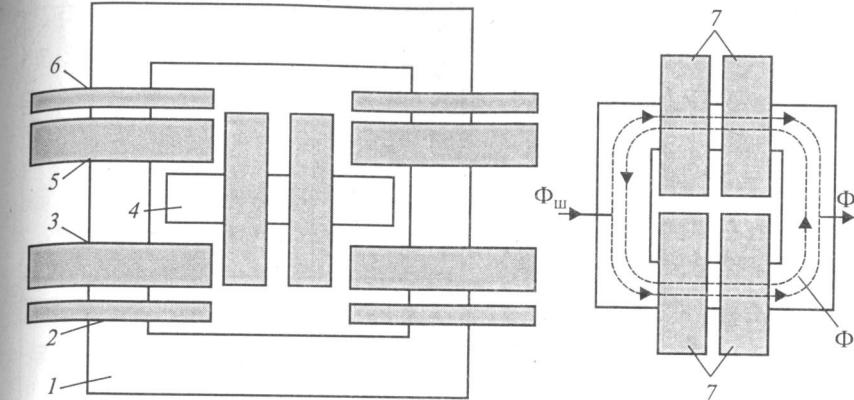


Рис. 8.13. Трансформатор с подмагничиваемым шунтом:

1 и 4 — сердечники трансформатора и шунта; 2 и 6 — дополнительные части вторичной обмотки; 3 — первичная обмотка; 5 — основная часть вторичной обмотки; 7 — обмотки управления

тыре катушки, включенные попарно встречно-согласно по отношению к ЭДС основной частоты, наведенной переменным магнитным потоком. Поток управления Φ_y замыкается практически только по шунту. Трансформаторы этого типа конструктивно сложны, их изготавливают для сварки на больших токах 400...1800 А.

Выбор трансформаторов для разных способов сварки. При выборе трансформатора для разных способов сварки в первую очередь определяют вид ВАХ дуги при данных условиях сварки. Затем на основании условий эксплуатации сварочных трансформаторов и заданных электрических параметров режима выбирают сварочный трансформатор требуемой мощности с учетом режима его работы (продолжительный, перемежающийся или повторно-кратковременный). При этом внешняя характеристика сварочного трансформатора должна соответствовать ВАХ дуги.

Основные параметры сварочных трансформаторов для ручной дуговой сварки регламентированы ГОСТ 95—77. Трансформаторы выпускают переносными на ток от 125 до 250 А при номинальном рабочем напряжении от 25 до 30 В и передвижными — на ток от 250 до 500 А при рабочем напряжении от 30 до 40 В. Параметры трансформаторов для автоматической сварки регламентированы ГОСТ 7012—77. Трансформаторы выпускают на номинальный ток от 500 до 2000 А при рабочем напряжении от 48 до 76 В (табл. 8.1).

При электрошлаковой сварке используют специальные однофазные и трехфазные сварочные трансформаторы с жесткой ВАХ (ТШС-1000-1, ТШС-1000-3 и др.).

8.3. Сварочные выпрямители

Сварочные выпрямители представляют собой устройства, предназначенные для преобразования переменного тока в постоянный (выпрямленный). Они состоят из следующих основных узлов: силового трансформатора для понижения напряжения сети до необходимого напряжения холостого хода источника, блока полупроводниковых элементов для выпрямления переменного тока, стабилизирующего дросселя для уменьшения пульсаций выпрямленного тока. Выпрямительный блок представляет собой набор полупроводниковых элементов, включенных по определенной схеме. Особенность полупроводниковых элементов заключается в том, что они обладают вентильным эффектом — пропусканием тока в одном направлении, в результате ток получается постоянным (выпрямленным). Полупроводники делят на неуправляемые — диоды и управляемые — тиристоры (рис. 8.14).

В качестве материала для кремниевого неуправляемого вентиля-диода (рис. 8.14, а) применяют тонкую кремниевую пластинку (катод), на одну сторону которой нанесен слой алюминия (анод). При контактировании двух полупроводников в месте контакта образуется переходный слой (Π), легко пропускающий электрический ток в одном направлении (от анода A к катоду K) и почти не пропускающий его в обратном направлении. Такой кремниевый диск с переходным слоем впаивают в неразборный герметичный корпус диода, который имеет шпильку на одном конце для ввинчивания в охладитель, а с другого конца — вывод в виде гибкого провода.

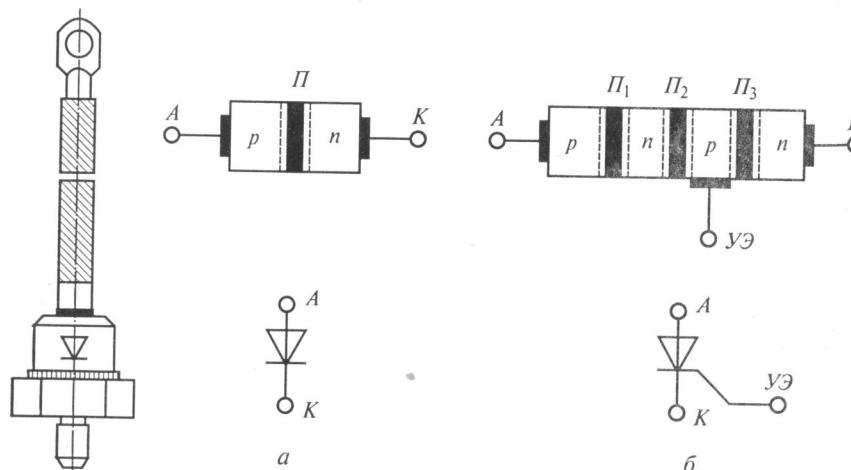


Рис. 8.14. Устройство диода (а) и тиристора (б)

Кремниевый управляемый вентиль-тиристор имеет четыре слоя и три перехода (рис. 8.14, б). Если к такому элементу приложить внешнее напряжение от анода к катоду, то средний переход P_2 оказывается включенным в обратном направлении и тиристор тока не пропускает. Если на его управляющий электрод ($УЭ$) подать положительный потенциал (импульс), переход P_2 открывается и ток идет по тиристору от анода к катоду. Тиристор запирается лишь при снижении протекающего по нему тока до нуля. Изменяя по фазе электрический угол открывания тиристора, т. е. время подачи импульса относительно синусоиды питающего напряжения, можно регулировать среднее значение выпрямленного тока. Таким образом, тиристор будет выполнять функции не только выпрямителя, но и регулятора сварочного тока. Конструктивно кремниевый тиристор выполнен так же, как и кремниевый диод, но имеет еще третий (управляющий) электрод. В промышленности получили распространение кремниевые и селеновые диоды и кремниевые тиристоры.

На рис. 8.15 показана схема выпрямления однофазного переменного тока. Она состоит из силового однофазного трансформатора и четырех диодов, включенных по мостовой схеме. При таком варианте получают непрерывный выпрямленный пульсирующий ток с падением его до нуля после каждого полупериода. В сварочных выпрямителях применяют трехфазный силовой трансформатор, что обеспечивает равномерную загрузку трехфазной сети и позволяет получать меньшие пульсации выпрямленного тока. В этом случае диоды соединяют по трехфазной мостовой схеме двухполупериодного выпрямления (рис. 8.16). В каждом плече моста установлены вентили. Диоды в плечах каждой фазы соединены последовательно. Катоды в трех плечах соединены между собой в катодную группу выпрямителя, аноды объединены в анодную группу.

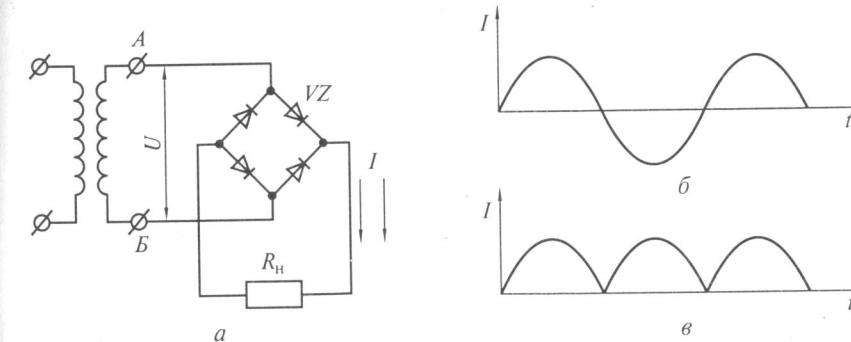


Рис. 8.15. Однофазная двухполупериодная мостовая схема выпрямления (а) и форма токов внешней цепи (б) и выпрямленного (а)

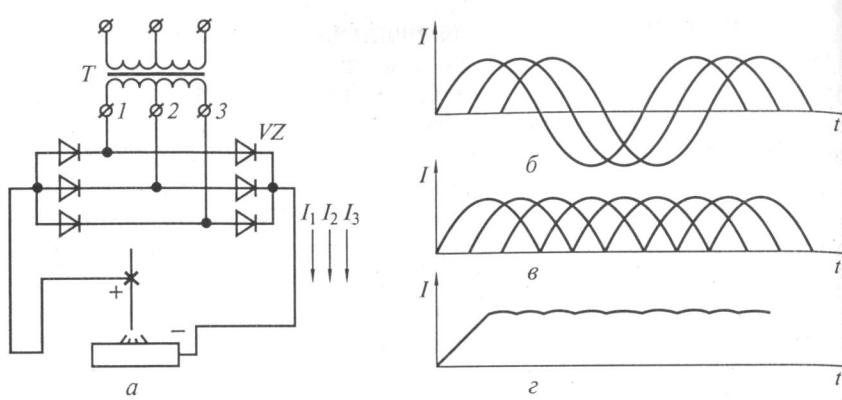


Рис. 8.16. Выпрямление трехфазного переменного тока:

a — схема включения; *б* — трехфазный ток внешней цепи; *в* и *г* — выпрямленные токи трех фаз

Выпрямители для ручной дуговой сварки изготавливают на номинальные значения сварочного тока от 125 до 500 А при номинальном рабочем напряжении от 25 до 40 В. Выпрямители для механизированной и автоматической дуговой сварки изготавливают на номинальные значения сварочного тока от 500 до 2000 А при номинальном рабочем напряжении от 46 до 76 В. Технические характеристики некоторых типов выпрямителей, широко применяемых в производстве, приведены в табл. 8.2.

Сварочный выпрямитель ВД-306 УЗ предназначен для питания сварочной дуги постоянным током от сети трехфазного переменного тока при ручной дуговой сварке, наплавке и резке металлов. Он состоит из трехфазного сварочного трансформатора с подвижной первичной обмоткой, выпрямительного кремниевого блока с вентилятором, пусковой и защитной аппаратуры. Все составляющие части выпрямителя смонтированы на тележке и защищены кожухом из листового металла.

Выпрямитель имеет два диапазона регулирования сварочных токов. Внутри каждого диапазона плавное регулирование сварочного тока производится изменением расстояния между обмотками сварочного трансформатора. Внешние характеристики выпрямителя являются крутопадающими.

Сварочный выпрямитель ВДГ-601 предназначен для однопостовой механизированной сварки в среде углекислого газа на форсированных режимах. Выпрямитель включает в себя силовой трансформатор, выпрямительный блок на шести тиристорах, дроссель в сварочной цепи, блок управления тиристорами, блок управления сварочным полуавтоматом, подогреватель газа, пускорегулирующую и защитную аппаратуру. Силовой трансформатор

Таблица 8.2

Технические характеристики сварочных выпрямителей

Трансформатор	Однопостовые			Многопостовые				
	ВД-360У3	ВДГ-601	ВД-506Д	ВДУ-1250	ВДМ-6302	ВДМ-6303С	ВДМ-1202С	ВДМ-1601
Внешний вид вольт-ампер-ной характеристики	Падающая	Жесткая	Универсальная 500	Жесткая	—	—	—	—
Номинальный сварочный ток, А	315	630	100—630	1250	630/315	630/315	1600/315	1250/315
Диапазон регулирования силы тока, А	45—315	100—630	80—500	250—1250	(6—315)*	(6—315)*	(6—315)*	(6—315)*
Напряжение, В: холостого хода номинальное	61—70 32 22—32	90 66 18—66	40 22—40	55 44 24—44	70 58 —	85 70 —	100 60 —	75 65 —
Пределы регулирования напряжения, В	60	60	60	100	100/60	100/60	100/60	100/60
Номинальный режим работы ПН, %	24	69	36	73	46	—	119	96
Потребляемая мощность, кВ·А	180	595	165	520	260	250	480	350
Масса, кг	—	—	—	4	4	9	8	8
Число постов								

* Регулирование тока поста.

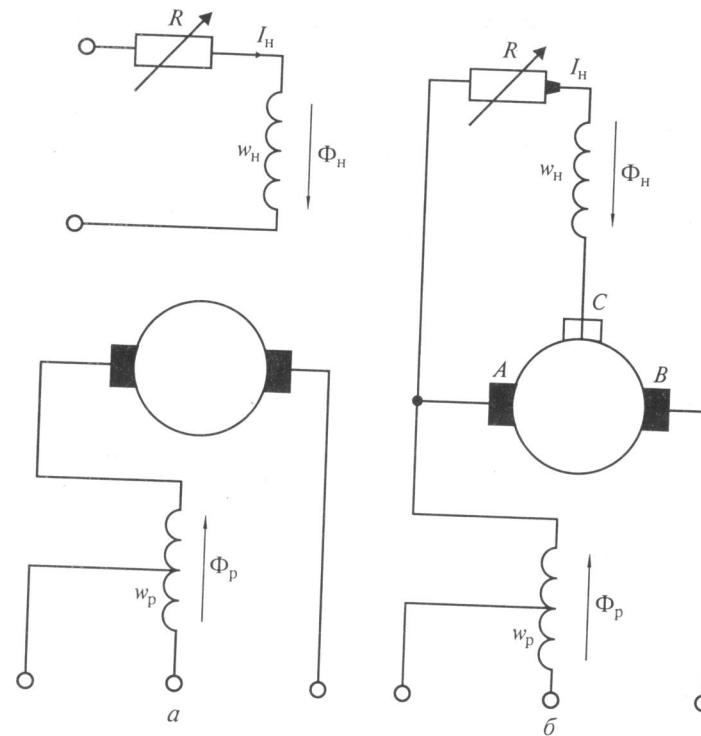


Рис. 8.18. Электрические схемы сварочных генераторов:
а – с независимым возбуждением; б – с самовозбуждением и последовательной размагничивающей обмоткой

В первом случае генератор имеет обмотку независимого возбуждения w_H , питаемую от отдельного источника питания постоянного тока, и размагничивающую обмотку w_p , включенную в сварочную цепь последовательно с обмоткой якоря. Силу тока в цепи независимого возбуждения регулируют реостатом R . Магнитный поток Φ_H , создаваемый обмоткой w_H , противоположен по своему направлению магнитному потоку Φ_p , создаваемому обмоткой w_p . Результирующий поток представляет собой разность потоков: $\Phi_{рез} = \Phi_H - \Phi_p$. С увеличением силы тока в сварочной цепи будет увеличиваться поток Φ_p , а поток Φ_H будет оставаться неизменным. При этом напряжение на зажимах генератора будет падать, создавая падающую внешнюю характеристику генератора. Сварочный ток в генераторах этой системы регулируют реостатом R и секционированием последовательной обмотки. По такой схеме работают генераторы ГСО-300 и ГСО-500.

В генераторах, работающих по второй схеме, намагничивающая обмотка питается постоянным током от части обмотки якоря самого генератора. С этой целью на коллекторе между глав-

ными щетками A и B расположена дополнительная щетка C . При работе генератора напряжение между щетками A и C остается постоянным, что позволяет подключить к ним параллельно якорю намагничивающую обмотку возбуждения, создающую постоянный поток Φ_H . Падающая внешняя характеристика создается действием последовательной размагничивающей обмотки, магнитный поток которой Φ_p направлен против магнитного потока Φ_H . По такой схеме работают сварочные генераторы ГСО-330-М, ГСО-300-5 и др.

Электрический двигатель вращает якорь генератора. Установку, состоящую из сварочного генератора и приводного трехфазного асинхронного электродвигателя, называют сварочным преобразователем (ПСГ-500). Установку, состоящую из сварочного генератора и двигателя внутреннего сгорания, называют сварочным агрегатом. Агрегаты используют в основном для сварки в монтажных полевых условиях, где отсутствуют электрические сети. Например, дизельный сварочный агрегат АДД-4001С для питания одного поста ручной дуговой сварки постоянным током имеет в качестве привода двигатель Д144-81 мощностью 50 л.с. (37 кВ·А). Номинальный ток агрегата 400 А (ПН 60 %), пределы регулирования 60...450 А; напряжение холостого хода 100 В, номинальное напряжение 36 В.

8.5. Источники питания с частотным преобразователем

Одно из перспективных направлений совершенствования сварочного оборудования — создание энергосберегающих источников питания со звеном повышенной частоты, или инверторных. У этих источников масса и габариты в 6...9 раз меньше по сравнению с выпускавшимися ранее. Они имеют коэффициент мощности 0,95...0,98, более высокий КПД, высокие динамические свойства.

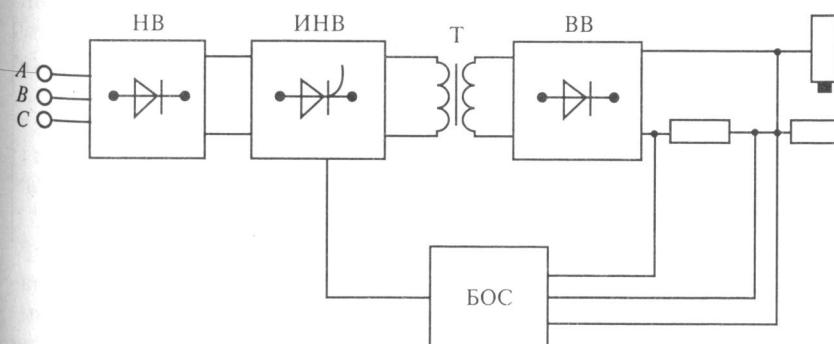


Рис. 8.19. Блок-схема инверторного источника питания

На рис. 8.19 приведена блок-схема инверторного источника питания для дуговой сварки. Переменное напряжение питающей сети поступает на низкочастотный выпрямитель НВ и после выпрямления преобразуется инвертором ИНВ в переменное напряжение повышенной частоты 1...20 кГц. Силовой трансформатор Т включен между инвертором и выходным неуправляемым высокочастотным выпрямителем ВВ. Трансформация осуществляется на повышенной частоте, что позволяет существенно снизить размеры силового трансформатора. Формирование внешних характеристик и регулирование сварочного режима осуществляются системой управления блока обратных связей (БОС).

Инверторные источники обеспечивают легкое зажигание и эластичность дуги; мелкокапельный и струйный перенос металла; минимальное разбрзгивание расплавленного металла; понижение напряжения холостого хода до 36 В; экономию электроэнергии на 30...40%; плавную дистанционную регулировку параметров тока и напряжения.

Параметры некоторых инверторных выпрямителей приведены в табл. 8.3.

Таблица 8.3

Технические характеристики инверторных источников питания

Параметр	ВДУЧ-16	ВДУЧ-160	ВДУЧ-200	ВДУЧ-315	ВДУЧ-315 (модернизованный)	ВДУЧ-301	ВДУЧ-251
Напряжение сети частотой 50 Гц, В	1×220	1×220	3×380	3×380	3×380	—	—
Диапазон сварочного тока, А	30—160	30—160	30—200	20—315	40—315	60—315	30—250
Диапазон сварочного напряжения, В	—	16—24	16—28	16—32	16—32	16—36	21—35
Сварочный ток при:							
ПН 40%, А	—	—	200	—	—	—	—
ПН 60%, А	160	160	160	315	315	315	250
ПН 100%, А	90	100	120	180	180	—	—
Потребляемая мощность, кВт	6	6	8	15	15	15,5	12,0
КПД, % не менее	80	80	80	80	80	75	75
Размеры, мм	600×280× ×365	570×280× ×360	600×380× ×435	600×380× ×500	600×280× ×500	400×640× ×575	335×660× ×450
Масса, кг	26	27	32	70	45	70	50

Инверторный тиристорный источник ВДУЧ-301 с пологопадающими и крутопадающими внешними характеристиками — универсальный выпрямитель для механизированной сварки в среде защитных газов и для ручной дуговой сварки.

Структуру источника можно представить состоящей из двух основных узлов: сетевого выпрямителя и конверторного преобразователя. Сетевой выпрямитель выполнен по мостовой схеме на оптотиристорах и диодах. Кроме основной функции — выпрямления напряжения сети — он сглаживает пульсации входного напряжения, обеспечивает плавную зарядку накопительного конденсатора при включении источника, контроль за величиной входного напряжения, отключение выпрямителя при аварийных режимах. Конверторный преобразователь преобразует выпрямленное напряжение в напряжение сварочного контура с гальванической развязкой контуров. В его состав входит высокочастотный регулируемый инвертор, трансформаторно-выпрямительное устройство, работающее на высокой частоте, и выходной сглаживающий дроссель. Полумостовой тиристорный инвертор с резонансной коммутацией и диодами обратного тока содержит высокочастотные конденсаторы, катушки индуктивности и тиристорно-диодные ячейки. Выпрямительное устройство выполнено на стержневом трансформаторе с ферритовым сердечником.

С целью повышения сварочных показателей схема инвертора обеспечивает кратковременное форсирование режимов работы при зажигании дуги и капельных коротких замыканиях в процессе сварки. Частота пульсаций выходного напряжения источника вnominalном режиме 5 кГц.

Инверторный транзисторный источник ВДУЧ-251 предназначен для ручной дуговой сварки штучными электродами на постоянном токе неповоротных стыков магистральных трубопроводов в непрерывном и импульсном режимах. Диапазон регулирования длительности импульса и паузы 0,1...0,9 с. Амплитуда тока импульса может быть установлена в пределах 30...250 А, тока паузы — 30...100 А. Выпрямитель имеет падающие внешние характеристики с возможностью изменения наклона (0,2; 0,4 и 0,7 В/А). Частота пульсаций выходного напряжения источника вnominalном режиме 16 кГц.

8.6. Многопостовые источники питания

При необходимости размещения значительного числа сварочных постов на ограниченной производственной площади целесообразно применять более мощные источники питания. Эти источники обеспечивают работу нескольких постов одновременно через общий шинопровод, подключенный к выходным зажимам источника. Такие источники называют многопостовыми источниками питания дуги. Основное требование, предъявляемое к ним, — обеспечение устойчивой работы каждого подключенного поста как в установленвшемся, так и в переходных режимах независимо

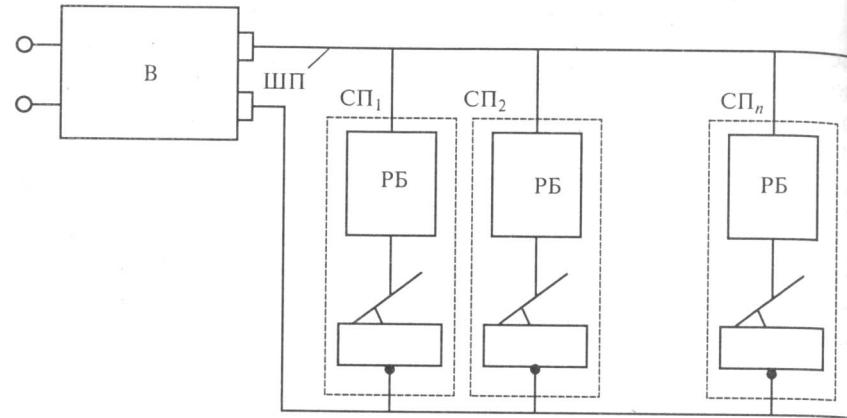


Рис. 8.20. Схема подключения сварочных постов к многопостовому источнику питания

от воздействия других постов. Эта независимость постов обеспечивается неизменностью напряжения холостого хода для каждого поста. Многопостовое питание часто используют для ручной дуговой сварки покрытыми электродами, автоматической сварки под флюсом и механизированной сварки в среде углекислого газа.

При многопостовом питании каждый сварочный пост подключается к шинопроводу через отдельное балластное сопротивление. Схема подключения показана на рис. 8.20. Многопостовой источник (В) обслуживает n сварочных постов ($СП_1—СП_n$) через общий шинопровод (ШП). Каждый сварочный пост подключен к шинопроводу через балластное сопротивление (РБ), с помощью которого регулируют силу сварочного тока и получают падающую вольт-амперную характеристику для сварки. Для ручной дуговой сварки и сварки под флюсом выходное напряжение источника питания дуги обычно не изменяют. Многопостовые источники для сварки в углекислом газе отличаются тем, что в них имеется несколько выходных шинопроводов на разные напряжения холостого хода. Каждый сварочный пост в этом случае подключают к соответствующему шинопроводу с соответствующим напряжением.

В многопостовых выпрямителях большое внимание уделяют защитным устройствам от перегрузки. Для сварки покрытыми электродами применяют выпрямители ВКСМ-1000, ВДМ-1601, ВДМ-6302, ВДМ-6303С, ВДМ-1202С (см. табл. 8.2) с балластными реостатами РБ-306 и РБ-500. Для сварки в среде углекислого газа используют выпрямители ВМГ-5000 с реостатами РБГ-502, а также многопостовые генераторы постоянного тока (ГСО-500) и трансформаторы.

ГЛАВА 9 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ И МЕХАНИЗИРОВАННОЙ СВАРКИ

9.1. Оборудование сварочного поста

При выполнении производственных операций за рабочим или бригадой рабочих закрепляют рабочее место (определенный участок производственной площади), оснащенное согласно требованиям технологического процесса соответствующим оборудованием и необходимыми принадлежностями. Рабочее место электросварщика называют сварочным постом. Он может быть стационарным или передвижным.

В зависимости от выполняемой работы и габаритов свариваемых конструкций сварочный пост располагают в специальных сварочных кабинах или непосредственно на изделии.

При сварке небольших изделий рабочие места оборудуют сварочными кабинами (рис. 9.1) размером 2000 × 2000 или 2000 × 3000 мм. Стены кабин имеют высоту 1800...2000 мм, а для лучшей вентиляции подняты над полом на 200...300 мм. В качестве материала для стен используют тонколистовую сталь или несгораемые материалы. Стены окрашивают в светлые тона огнестойкой краской, хорошо поглощающей ультрафиолетовые лучи сварочной дуги. Дверной проем в кабине закрывают брезентовым занавесом на кольцах, пропитанным огнестойким составом. Полы в кабинах настилают из огнеупорного материала: кирпича или бетона. Кабины должны быть освещены дневным или искусственным светом, а также оснащены вентиляцией. Кроме общей вентиляции в них устанавливают местные отсосы, поглощающие вредные газы и пыль непосредственно из зоны сварки.

Для сборки и сварки деталей внутри кабины уста-

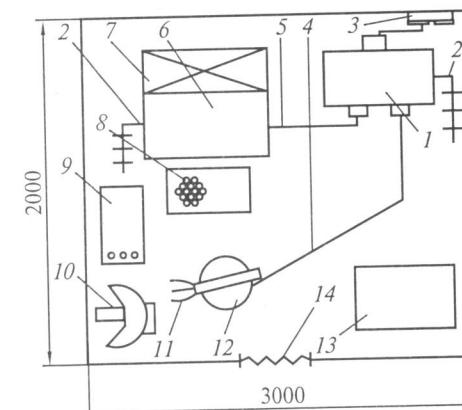


Рис. 9.1. Планировка сварочной кабины:

1 — источник питания дуги; 2 — заземление; 3 — пускатель источника питания; 4 и 5 — прямой и обратный токопроводящие провода; 6 — стол; 7 — вентиляция; 8 — коврик; 9 — электроды; 10 — щиток; 11 — электрододержатель; 12 — стул; 13 — ящик для отходов; 14 — дверной проем