

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ**

Абдуллаев М., Дуняшин Н.С., Эрматов З.Д.

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ
по дисциплине «Производство сварных конструкций».
Часть I**

ТАШКЕНТ 2008

УДК 621.791.1

Конспект лекций по дисциплине «Производство сварных конструкций». Часть I/ Абдуллаев М., Дуняшин Н.С., Эрматов З.Д. Ташкент: ТашГТУ, 2008. 149 с.

Курс «Производство сварных конструкций» по учебному плану читается в 5,6 семестрах бакалавриата.

В этом конспекте изложены основные вопросы технологии производства основных типов сварных конструкций в объеме, необходимом для изучения студентами высшего специального заведения по направлению бакалавриата 5522700 «Машины и технология сварочного производства»

Печатается по решению научно-методического совета Ташкентского государственного технического университета

Рецензенты: зав. каф. «Машины и технология сварочного производства», проф., д.т.н. Абралов М.А. (ТашГТУ);

нач. тех. бюро отдела главного сварщика Орлова В.А. (ГАО ТАПОиЧ)

© Ташкентский государственный технический университет,
2008

Введение

Благодаря использованию достижений науки и техники, промышленное производство на базе высокопроизводительных технологических процессов достигло большого размаха. Среди этих процессов сварка является мощным средством технического прогресса во всех отраслях промышленности, строительства и на транспорте.

В конце XIX века русские инженеры Н. Н. Бенардос и Н. Г. Славянов организовали первые в мире сварочные мастерские и положили начало развитию сварочного производства.

В начале двадцатых годов двадцатого столетия под руководством В. П. Вологодина были изготовлены первые сварные котлы, а позднее небольшие суда.

В 1929—1930 гг. сварка применялась на новостройках металлургических заводов в Магнитогорске, Кузнецке и др. Конструкции каркасов промышленных зданий, строительных ферм, резервуаров, трубопроводов, работающих преимущественно под статической нагрузкой, сваривались голыми или с ионизирующей обмазкой электродами.

С 1932 г. вместо клепаных конструкций стали особенно широко применять сварные конструкции. Техническому росту электродуговой сварки способствовало создание в этот период электродов с покрытиями.

В середине тридцатых годов двадцатого столетия сварка вместо клепки стала применяться в вагоностроении, в автомобилестроении, при изготовлении кранов, шахтных машин, прокатных станов, железнодорожных мостов и др.

При помощи сварки изготавливали детали машин и механизмов, работающие при динамической нагрузке (шестерни лебедок, редукторы прокатных станов, барабаны и т. д.).

В связи с расширением выпуска проката начали изготавливаться комбинированные конструкции из проката и литья, проката и штамповок. Литые нетехнологичные детали стали заменяться сварными из проката.

В конце тридцатых годов двадцатого столетия произошел коренной поворот в развитии сварки. Благодаря выдающейся деятельности академика Е.О. Патона и Института электросварки АН Украины (ИЭС) была разработана автоматическая сварка под флюсом в ее современном виде. С 1940 г. этот способ сварки получил промышленное применение и благодаря высоким

технико-экономическим показателям стал основным из механизированных способов сварки.

Автоматическая сварка под флюсом коренным образом усовершенствовала технологию производства сварных конструкций судов, барабанов котлов, резервуаров, труб большого диаметра, аппаратов высокого давления, работающих при высоких и низких температурах и в различных агрессивных средах. ИЭС разработал и внедрил метод изготовления рулонных заготовок сварных резервуаров, обеспечивающий резкое сокращение сроков их изготовления при высоком качестве продукции.

Замечательным достижением сварочной техники явилась разработка электрошлаковой сварки. Новый метод резко изменил технологический процесс изготовления конструкций из металла больших толщин. Электрошлаковая сварка стала ведущим методом при изготовлении барабанов котлов и других сосудов высокого давления, тяжелых прессов, прокатного оборудования, валов крупных гидротурбин и гидрогенераторов, корпусов электрических машин и т. п.

Применение толстолистового проката взамен литья и поковок резко сократило трудоемкость, цикл изготовления конструкций, способствовало экономии металла и снижению стоимости.

В конце сороковых годов двадцатого столетия промышленное применение получил метод сварки в защитных газах, а в начале пятидесятых годов — в углекислом газе.

Наряду с этим совершенствовались и другие методы и способы сварки, сварочное оборудование и оснастка. Особенное развитие получили процессы механизированной сварки. Развитию сварки способствовала разработка новых марок специальных сталей и сплавов с высокой прочностью, жаропрочностью, коррозионной стойкостью и т. д.

Развитие атомной энергетики и ракетостроения потребовало применение в сварных конструкциях редких металлов и сплавов на основе титана, тантала, циркония, церия, ниобия, молибден и др. Появились и внедряются новые методы сварки: электронно-лучевая, ультразвуковая, диффузионная в вакууме, в контролируемой атмосфере, сварка трением, токами высокой частоты.

Интенсивно разрабатываются прогрессивные способы резки металлов: газоэлектрический, газоплюсовый, плазменный и др.

Характерными для этого периода являются разработка и внедрение в промышленность механизированных и автоматических поточных линий и участков. В широком масштабе организуются сварочные цехи и заводы металлоконструкций на основе комплексной механизации и автоматизации производства.

В настоящее время современные сварочные технологии и оборудование широко применяются на крупнейших предприятиях Республики Узбекистан, таких как ГАО ТАПОиЧ, ОАО Узбекхиммаш, Узметкомбинат, Алмалыкский и Навоийский горно-металлургические комбинаты.

Лекция № 1

Оптимальные материалы для изготовления сварных конструкций

План:

- 1.1. Классификация сварных конструкций
- 1.2. Материалы, рекомендуемые для изготовления сварных конструкций
- 1.3. Технологичность сварных конструкций
- 1.4. Этапы проектирования сварных конструкций
- 1.5. Технология изготовления и автоматизация производства сварных конструкций

1.1. Классификация сварных конструкций

Исключительное разнообразие сварных конструкций затрудняет их единую классификацию. Их можно классифицировать по методу получения заготовок (листовые, литосварные, кованосварные, штамповарные конструкции); по целевому назначению (вагонные, судовые, авиационные и др.). При рассмотрении вопросов проектирования и изготовления сварные конструкции целесообразно классифицировать в зависимости от характерных особенностей их работы:

- балки — конструктивные элементы, работающие в основном на поперечный изгиб. Жестко соединенные между собой балки образуют рамные конструкции;

- колонны — элементы, работающие преимущественно на сжатие, или сжатие с продольным изгибом;

- решетчатые конструкции — это система стержней, соединенных в узлах таким образом, что стержни испытывают, главным образом, растяжение или сжатие. К ним относятся фермы, мачты, арматурные сетки и каркасы;

- оболочковые конструкции, как правило, испытывают избыточное давление; к ним предъявляют требование герметичности соединений. К этому типу относят различные емкости, сосуды и трубопроводы;

- корпусные транспортные конструкции подвергаются динамическим нагрузкам. К ним предъявляют требования высокой жесткости при минимальной массе. Основные конструкции данного типа — корпуса судов, вагонов, кузова автомобилей;

- детали машин и приборов работают преимущественно при переменных, многократно повторяющихся нагрузках. Характерным требованием является получение точных размеров, обеспечиваемое главным образом механической обработкой заготовок или готовых деталей. Примерами таких изделий являются станины, валы, колеса.

1.2. Материалы, рекомендуемые для изготовления сварных конструкций

Для сооружения металлических сварных конструкций применяют стали, алюминий, титан и их сплавы, которые имеют различные механические свойства.

Стали. В зависимости от химического состава сталь бывает углеродистая и легированная.

Углеродистая сталь делится на низкоуглеродистую (содержание углерода до 0,25%), среднеуглеродистую (содержание углерода от 0,25 до 0,45%) и высокоуглеродистую (содержание углерода от 0,45 до 2,14%). Сталь, в составе которой, кроме углерода, имеются легирующие компоненты (хром, никель, вольфрам, ванадий и т. д.), называется легированной.

Легированные стали бывают: низколегированные (суммарное содержание легирующих компонентов, кроме углерода, менее 2,5%); среднелегированные (суммарное содержание легирующих компонентов, кроме углерода, от 2,5 до 10%); высоколегированные (суммарное содержание легирующих компонентов, кроме углерода, более 10%).

По способу производства сталь может быть:

а) обыкновенного качества (содержание углерода до 0,45%) кипящая, полуспокойная и спокойная. Кипящую сталь получают при неполном раскислении металла кремнием, она содержит до 0,05% кремния. Спокойная сталь имеет однородное плотное строение и содержит не менее 0,12% кремния. Полуспокойная сталь занимает промежуточное положение между кипящей и спокойной сталями и содержит 0,05—0,12% кремния;

б) качественной — углеродистой или легированной, в которых содержание серы и фосфора не должно превышать по 0,04% каждого;

в) высококачественной — углеродистой или легированной, в которых содержание серы и фосфора не должно превышать соответственно 0,030 и 0,035%. Такая сталь также имеет

повышенную чистоту по неметаллическим включениям и обозначается буквой А, помещаемой после обозначения марки.

По назначению стали бывают конструкционные (машиностроительные), инструментальные, строительные и стали с особыми физическими свойствами

Углеродистые конструкционные стали.

Сталь углеродистая обыкновенного качества. Для углеродистой стали обыкновенного качества по ГОСТ 380-94 установлены следующие марки: Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6.

Качественные углеродистые конструкционные стали применяют для изготовления ответственных сварных конструкций. Они выпускаются по ГОСТ 1050—74, который гарантирует механические свойства и химический состав. Качественные углеродистые стали маркируются цифрами, обозначающими среднее содержание углерода в сотых долях процента. Например, Сталь 05 означают, что сталь содержит углерода 0,05%.

Легированные конструкционные стали.

Низколегированные стали (09Г2, 14Г2, 12ГС, 16ГС, 09Г2С, 10Г2С1, 15ГФ, 15ХСНД и др.) легированы таким образом, чтобы повышение прочности и предела текучести стали сопровождалось сохранением достаточной пластичности, ударной вязкости, свариваемости.

Из теплоустойчивых сталей изготавливаются изделия, работающие при температурах, не превышающих 600 °С (для более высоких температур изделия производят из жаростойкой и жаропрочной сталей). К теплоустойчивым сталям относятся 12МХ; 20МХЛ; 34ХМ; 20ХЗМВФ; 20ХМФ; 20ХМФЛ; 12Х1М1Ф; 15ХМФКР; 12Х2МФБ; Х5М; 15Х5МФА и другие.

Большое значение в производстве имеют высоколегированные стали, обладающие специальными свойствами: повышенной сопротивляемостью коррозии при работе в агрессивных средах, жаропрочностью в условиях высоких температур и т.д.

К коррозионностойким сталям относятся 0Х18Н10, 0Х18Н10Т, Х18Н10Т, Х18Н9, Х18Н9Т, 0Х18Н12Т, 0Х18Н12Б, 1Х21Н5Т, 1Х16Н13Б, Х18Н12Т и другие.

К жаростойким сталям относятся Х25Т, Х28, Х23Н18, Х23Н13, Х20Н14С2, Х25Н20С2 и другие.

К жаропрочным сталям относятся 1Х16Н14В2БР, 1Х16Н16В2МБР, 1Х14Н14В2М, 4Х14Н14В2М, 1Х16Н13М2Б, 1Х14Н14В2М, Х18Н12Т, Х23Н13, Х23Н18, ХН35ВТ и другие.

Цветные металлы и сплавы.

Алюминий и его сплавы. Алюминий является одним из наиболее распространенных элементов в природе; он обладает малой плотностью, высокой электро- и теплопроводностью, высокой коррозионной стойкостью в окислительных средах и стойкостью против перехода в хрупкое состояние при низких температурах. Плотность алюминия $2,7 \text{ г/см}^3$. Теплопроводность алюминия в три раза выше теплопроводности малоуглеродистой стали. Температура плавления чистого алюминия 657°С . При нагревании алюминий легко окисляется, образуя тугоплавкую окись алюминия (Al_2O_3), плавящуюся при температуре свыше 2060°С .

Тугоплавкая пленка окиси и возможность образования пор и кристаллизационных трещин в металле шва — основные трудности при сварке алюминия.

Причиной образования пор в сварных швах является водород, который в связи с резким изменением растворимости при переходе алюминия из жидкого состояния в твердое, стремится выйти в атмосферу. Кристаллизационные трещины в сварных швах чистого алюминия возникают из-за повышенного содержания кремния и уменьшаются с введением в алюминий добавок железа.

В технике применяют не только чистый алюминий, но и сплавы его с марганцем, магнием, медью и кремнием. Сплавы алюминия обладают большей прочностью, чем чистый алюминий. Литейные алюминиевые сплавы (марок АЛ), содержащие 4—5% меди (АЛ7) или от 10 до 13% кремния (АЛ2), или 9,5—11,5% магния (АЛ8), способны хорошо отливаться. Литейные сплавы алюминия с кремнием называют силуминами.

В сварных конструкциях наибольшее применение находят деформируемые сплавы: термически неупрочняемые алюминиево-марганцевые (АМц), содержащие от 1 до 1,6% марганца, и алюминиево-магниевые (АМг), содержащие до 6,8% магния.

В самолетостроении используются термически упрочняемые сплавы дюралюмины (сплавы Д). Дюралюмин марки Д1 содержит: 3,8—4,8% меди, 0,4—0,8% магния, 0,4—0,8% марганца, остальное алюминий. Высоколегированный дюралюмин Д16

содержит: 3,8—4,9% меди, 1,2—1,8% магния, 0,3—0,9% марганца, остальное — алюминий.

После термической обработки сплав Д16 имеет временное сопротивление при растяжении 420—460 МПа и относительное удлинение 15—17%.

Чистый алюминий, сплавы АМц, АМг и силумины хорошо поддаются сварке. Хуже свариваются термоупрочняемые сплавы Д. Это обусловлено тем, что в сварном шве такого сплава получается структура литого металла, прочность которого в два раза меньше прочности основного прокатанного металла. Кроме того, вследствие значительной усадки металла шва и его низкой пластичности в процессе сварки возникают трещины в швах. При сварке происходит отжиг основного металла, что приводит к ухудшению механических свойств сварного соединения.

Магниевые сплавы. Магний — очень легкий металл, плотность его $1,74 \text{ г/см}^3$, температура плавления 651°С , временное сопротивление при растяжении литого магния 100—130 МПа, относительное удлинение 3—6%.

Магний интенсивно окисляется кислородом, а будучи в порошке или в виде ленты, легко воспламеняется на воздухе. Применяют его в виде магниевых сплавов плотностью около 2 г/см^3 и временным сопротивлением при растяжении около 270 Мпа.

Литейные магниевые сплавы МЛ1, МЛ3, ... МЛ 6 содержат до 9% алюминия, до 3% цинка, до 2% марганца, остальное — магний. Деформируемые магниевые сплавы МА1, МА2, ... МА5 близки по химическому составу к литейным магниевым сплавам. Изделия из деформируемых магниевых сплавов штампуют в нагретом состоянии с последующей термической обработкой. Для предохранения от коррозии детали из магниевых сплавов покрывают защитной окисной пленкой, получаемой обработкой их растворами хромпика и азотной кислоты.

Титан и его сплавы. Титан обладает малым удельным весом ($4,5 \text{ г/см}^3$) и высокой антикоррозийностью. Температура плавления титана 1680°С . Технический титан и его сплавы содержат 0,08—0,6% углерода, 0,3—2,15% железа, 1—4% марганца, 0,74—4% хрома. Временное сопротивление титана при растяжении составляет 840—1260 Мпа, относительное удлинение от 5 до 20%. Одним из наиболее важных свойств титана является его высокая коррозионная стойкость во многих

агрессивных средах. Титан обладает высокой прочностью при нормальной и повышенной температурах.

Титан имеет низкотемпературную α -фазу и высокотемпературную β -фазу.

Титан имеет высокое химическое сродство к кислороду, азоту и водороду: интенсивное насыщение его водородом начинается уже при температуре 250°C , кислородом—при 400°C и азотом—при 600°C . С повышением температуры активность титана резко возрастает. Скорость взаимодействия титана с кислородом в 50 раз выше, чем с азотом. Кислород легко растворяется как в α -фазе, так и в β -фазе титана и является сильным стабилизатором α -фазы. Азот также легко растворяется как в α -фазе, так и в β -фазе и является сильным стабилизатором α -фазы. Титан является единственным элементом, способным гореть в азоте. Водород стабилизирует β -фазу титана и образует с титаном твердые растворы и гидрид TiH_2 .

При охлаждении титана уже $100\text{--}150^{\circ}\text{C}$ происходит выпадение гидроксида (γ -фазы), что является причиной образования холодных трещин при сварке. При медленном охлаждении γ -фаза выделяется в виде тонких пластинок, а при закалке—в виде высокодисперсных частиц.

Азот и кислород резко повышают прочность титана и снижают его пластичность. Водород в титане влияет главным образом на его склонность к разрушению

Основными трудностями при сварке титана являются:

- а) высокая его активность по отношению к кислороду, азоту и водороду как в расплавленном, так и в твердом состоянии;
- б) высокая склонность к росту зерна β -фазы и перегреву;
- в) образование хрупкой α' -фазы при охлаждении.

Для получения качественного сварного соединения титана в нем ограничивают содержание азота, кислорода, водорода и углерода. С этой целью защищают металл шва и околошовной зоны при сварке инертными газами.

1.3. Технологичность сварных конструкций

Оптимальными являются конструктивные формы, которые отвечают служебному назначению изделия, обеспечивают надежную работу в пределах заданного ресурса, позволяют изготовить изделие при минимальных затратах материалов, труда

и времени. Эти признаки определяют понятие технологичности конструкции. Кроме того, необходимо, чтобы конструкция отвечала требованиям технической эстетики. Эти требования должны соблюдаться на всех стадиях проектирования и изготовления конструкций.

Технологичность конкретной конструкции оценивают качественно и количественно. Качественная оценка характеризует технологичность обобщенно на основании опыта исполнителя. Она предшествует количественной оценке и выражается численным показателем, характеризующим степень удовлетворения требований к технологичности конструкции. Необходимость количественной оценки, номенклатура показателей и методика их определения устанавливаются отраслевыми стандартами и стандартами предприятий.

1.4. Этапы проектирования сварных конструкций

На этапе эскизного проектирования выявляют принципиальную возможность обеспечения заданных служебных свойств изделия при различных вариантах конструктивного оформления и оценивают их технологическую целесообразность.

Генеральное конструктивное оформление обычно предопределяется предшествующим опытом создания изделий данного типа. Напротив, выбор формы и размеров отдельных элементов определяется параметрами и особенностями конкретной проектируемой конструкции. При проектировании этих элементов одновременно с выбором материала и метода получения заготовок конструктор назначает расположение сварных соединений, их тип и способ сварки.

На стадии технического проекта конструкции всех основных узлов и наиболее трудоемких деталей обычно разрабатывают в нескольких вариантах, которые затем сравнивают по их технологичности и надежности в эксплуатации. В случае необходимости производят расчеты трудоемкости изготовления, металлоемкости и других показателей. Не всегда удается изыскать вариант, существенно превосходящий все другие; тогда выбор производят на основании того показателя, который в данном случае является решающим.

На этапе рабочего проектирования производят детальную технологическую проработку принятого варианта конструкции. В первую очередь прорабатывают чертежи и технические условия

на крупные заготовки, в особенности поставляемые извне, затем чертежи всех основных узлов и деталей и технические условия на их изготовление, сборку, монтаж и испытания. Рабочие чертежи направляют в отдел главного сварщика. Здесь при разработке рабочей технологии спроектированной конструкции выявляют недостатки, связанные в основном с выбором материалов (по их свариваемости), видов заготовок, размеров швов, характера подготовки кромок, припусков на механическую обработку, допусков формы и размеров, методов контрольных операций. Необходимые изменения по согласованию с конструктором вносят в чертежи в технологическую документацию до запуска изделия в производство. В ряде случаев при создании принципиально новых типов сварных конструкций, а также при освоении новых материалов или сварочных процессов к решению наиболее сложных вопросов привлекают научно-исследовательские организации.

На стадии проектирования работа по улучшению технологичности обычно проводится в основном по трем направлениям.

1. Экономия металла.
2. Снижение трудоемкости изготовления.
3. Экономия времени.

1.5. Технология изготовления и автоматизация производства сварных конструкций

Исходными данными для проектирования технологического процесса изготовления сварной конструкции являются чертежи изделия, технические условия и планируемая программа выпуска.

Чертежи содержат данные о материале заготовок, их конфигурации, размерах, типах сварных соединений, т. е. решения, которые были приняты конструктором в процессе проектирования изделия и должны быть приняты к исполнению технологом. Технологу не имеет права вносить изменения в чертежи. Поэтому любому отклонению от чертежа должно предшествовать его исправление конструктором.

Технические условия (ТУ) на изготовление определенного типа конструкций содержат перечень требований, которые предъявляются к материалам, оборудованию, а также к выполнению технологических и контрольных операций. ТУ, согласно ГОСТ 15001—88, должны соответствовать требованиям

технического задания и стандартов на данный вид продукции, т. е. учитывать опыт проектирования, изготовления в эксплуатации, накопленный при выпуске подобных изделий.

Программа выпуска содержит сведения о числе изделий, которые надо изготовить в течение конкретного срока (например, за год). Эти цифры служат основанием для выбора оборудования, технологической оснастки, средств механизации и автоматизации. Кроме того, по программе выпуска производят оценку экономической эффективности этого выбора. Производственный процесс изготовления изделий включает различные технологические, контрольные и транспортные операции. Главное требование, определяющее последовательность выполнения этих операций, их содержание и обеспечение оснасткой, — это выполнение заданной программы выпуска изделий высокого качества в кратчайшие сроки при минимальной стоимости.

Последовательность выполнения основных сборочно-сварочных операций определяется выбором варианта членения конструкции на технологические узлы, подузлы и отдельные детали.

Разработка технологии имеет целью обеспечить оптимальные условия выполнения каждой отдельной операции и всего процесса в целом.

Под механизацией производственного процесса понимают замену ручного труда работой машин. При автоматизированном процессе обслуживающий персонал выполняет лишь функции наладки и наблюдения за работой приборов и систем управления. Систему управления составляют механизмы и средства связи, обеспечивающие точное и согласованное во времени взаимодействие рабочих и вспомогательных агрегатов и устройств.

В области сварочного производства трудовые затраты собственно на сварочные работы обычно не превышают 30%. Большой объем занимают заготовительные, сборочные и вспомогательные, особенно транспортные, операции. Следовательно, повышение производительности только сварочных работ не может дать существенного эффекта. Отсюда необходимость комплексной механизации и автоматизации, охватывающей не только основные (заготовительные, сборочные, сварочные, отделочные), но и вспомогательные (транспортные, контрольные) операции.

Совершенствование производства сварных конструкций требует не только наличия механизмов, способных осуществлять все необходимые операции технологического процесса, но и рациональной их компоновки. При этом требования как к механизмам, так и к их компоновке определяются характером производства. Так, для серийного и мелкосерийного производств требуются универсальные устройства, пригодные для работы в широком диапазоне типоразмеров заготовок и изделий. Для крупносерийного и массового производств используют более производительное специализированное оборудование в составе поточных, автоматических и роторных линий конкретного целевого назначения.

Создание линий со специализированным оборудованием требует больших затрат на проектирование, изготовление и монтаж, тогда как в случае смены выпускаемой модели изделия эти линии переналадке обычно не поддаются. Более целесообразны переналаживаемые гибкие автоматизированные производственные системы (ГАПС).

Гибкой можно назвать систему, состоящую из универсального станка и квалифицированного рабочего. Противоположностью является жесткая система, состоящая из специализированного однопозиционного станка и рабочего-оператора малой квалификации. Универсальность промышленных роботов (ПР) дает возможность автоматизировать практически любые операции, выполняемые человеком, а быстрота смены программы позволяет обеспечить ту же гибкость, которой обладает производство, обслуживаемое человеком.

Замена специализированного оборудования роботами уже позволила создать сварочные автоматические линии и робототехнические комплексы, способные в условиях крупносерийного производства одновременно выпускать несколько модификаций изделия для серийного и мелкосерийного производств.

Контрольные вопросы:

1. Какие материалы применяются для производства сварных конструкций?
2. В чем заключается понятие «технологичность конструкции»?

3. Какие технологические решения принимает конструктор при проектировании сварного изделия?

4. На основе чего осуществляют членение конструкции на отдельные элементы, соединяемые сваркой?

5. Какие исходные данные служат основой при проектировании технологии изготовления сварной конструкции?

6. Каковы перспективы комплексной автоматизации сварочного производства?

Лекция № 2

Последовательность технологии изготовления сварных конструкций

План:

- 2.1. Контроль качества металла и сварочных материалов
- 2.2. Очистка металла и заготовок
- 2.3. Правка
- 2.4. Разметка
- 2.5. Резка и обработка кромок
- 2.6. Гибка
- 2.7. Термическая обработка
- 2.8. Технологическая наследственность

Изготовление сварных конструкций состоит из выполнения следующих работ: контроль качества металла и сварочных материалов; подготовка металла и заготовок; заготовка деталей; сборка и сварка конструкций; устранение деформаций; термическая обработка при необходимости; испытание и приемка, окраска и маркировка.

Литые, кованые и штампованные заготовки обычно поступают на сварку в готовом виде, не требующем дополнительных операций. По-другому обстоит дело с деталями из проката. После подбора металла по размерам и маркам стали приходится выполнять следующие заготовительные операции: правку, разметку, резку, обработку кромок, гибку и очистку под сварку.

2.1. Контроль качества металла и сварочных материалов

Качество металла определяется на основании заводской маркировки и сертификатов заводов-поставщиков. При

обнаружении в металле дефектов, а также при отсутствии сертификата проверяют его химический состав, определяют механические свойства и свариваемость. Некоторые специальные стали и сварные соединения из них испытывают на межкристаллитную коррозию. Сварочные материалы: электроды, присадочная проволока и флюсы при наличии сертификатов не проверяются. Если при наружном осмотре обнаружены дефекты, например, в покрытии электродов или при наличии сертификата электроды не дают требуемых характеристик, производится испытание технологических, металлургических, механических свойств и химического состава металла шва и сварного соединения.

2.2. Очистка металла и заготовок

Для очистки проката, деталей и сварных узлов применяют механические и химические методы. Удаление загрязнения, ржавчины и окалины производят с помощью дробеструйных и дробеметных аппаратов; используют зачистные станки, рабочими органами которых являются металлические щетки, иглофрезы, шлифовальные круги и ленты.

При дробеструйной и дробеметной очистке применяют чугунную или стальную дробь размером 0,7...4 мм в зависимости от толщины металла. В дробеструйных аппаратах дробь выбрасывается на очищаемую поверхность через сопло сжатым воздухом. В дробеметных аппаратах дробь выбрасывается лопатками ротора (производительность выше и очистка обходится дешевле, однако происходит быстрый износ лопаток). Дробеструйную и дробеметную очистку обычно осуществляют в камерах. Через такую камеру лист проходит в вертикальном положении и очищается одновременно с двух сторон (рис. 2.1).

Скорость движения очищаемого листа составляет несколько метров в минуту. 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 помещаются в камеру.

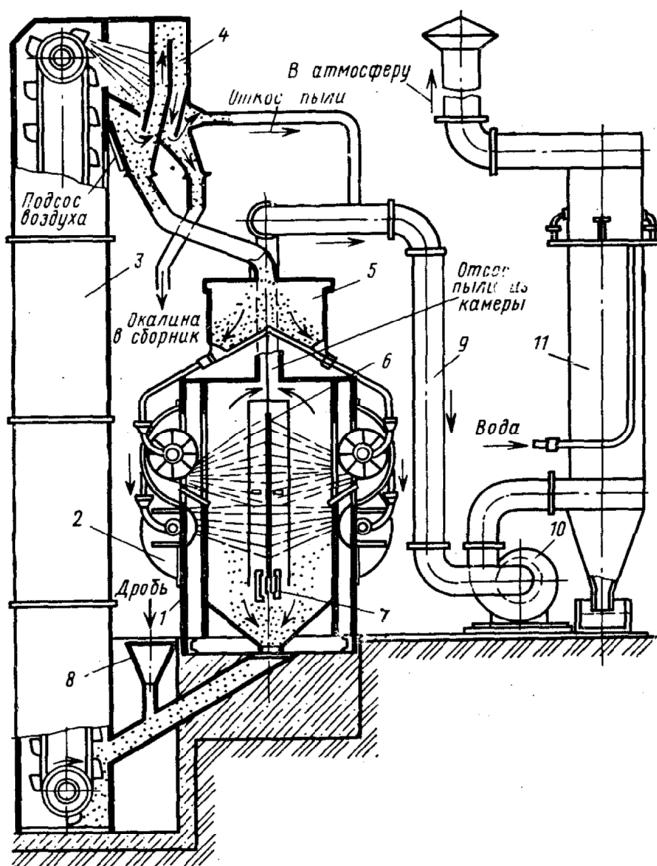


Рис. 2.1. Дробетная установка:

1— дробетная камера; 2 — дробетные аппараты; 3 — элеватор; 4— сепаратор; 5—расходный бункер; 6 — очищаемый лист; 7 — механизм передвижения листа; 8— загрузочная воронка; 9— вытяжка трубопровода; 10— вентилятор; 11 — циклон

Химическими методами производят обезжиривание и травление поверхности. Различают ванный и струйный химические методы. В первом случае детали последовательно опускают в ванны с различными растворами и выдерживают в каждом определенное время. Во втором случае последовательная

подача растворов различного состава на поверхность деталей производится струйным методом, что позволяет осуществлять непрерывный процесс очистки. Химический способ очистки эффективен, однако в производстве сварных конструкций его применение ограничено высокой стоимостью оборудования для очистки сточных вод.

Для предохранения металла от коррозии кроме очистки обычно проводят пассивирование или грунтовку, позволяющие производить сварку без удаления защитного покрытия.

2.3. Правка

Листовой прокат требует правки в том случае, если металлургический завод поставляет его в неправленном виде, а также если деформации возникли при транспортировании. Наиболее часто встречающиеся виды деформирования листовой стали приведены на рис. 2.2.

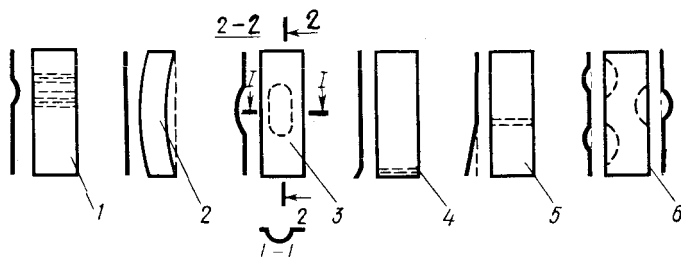


Рис. 2.2. Виды деформации листовой стали:

1 — волнистость; 2 — серповидность в плоскости; 3 — местные выпучины; 4 — заломленные кромки; 5 — местная погнутость; 6 — волнистость поперек части листа

Правка осуществляется созданием местной пластической деформации и, как правило, производится в холодном состоянии. Для устранения волнистости листов и полос толщиной 0,5...50 мм широко используют многовалковые машины (с числом валков более пяти). Правка достигается многократным изгибом при пропускании листов между верхним и нижним рядами валков, расположенных в шахматном порядке. Схема расположения валков в семивалковой машине показана на рис. 2.3, а. Нижние приводные валки располагают в неподвижной станине; верхние приводные валки в подвижной части станины. В зависимости от

толщины выправляемых листов подвижную часть станины поднимают или опускают с помощью привода нажима.

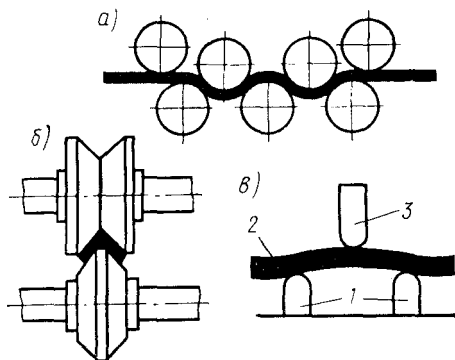


Рис. 2.3. Схемы правки листовых и профильных элементов:
 а—на листопрямильных вальцах; б—в углоправильных вальцах; в — на прессе

Листы толщиной более 40... 50 мм обычно правят под прессом (см. рис. 2.3, в). Тонкие листы, толщиной менее 0,5 мм, правят растяжением на специальных растяжных машинах. Серповидность листовой и широкополосной сталей (искривление в плоскости) поддается правке в ограниченной степени.

Правку мелко- и среднесортového, а также профильного проката производят на роликовых машинах (см. рис. 2.3, б), работающих по той же схеме, что и листопрямильные. Для двутавров и швеллеров такой способ используется только для исправления в плоскости меньшего момента сопротивления. Исправление в другой плоскости осуществляют изгибом на правильногибочных прессах кулачкового типа (см. рис. 2.3, в). При постоянном ходе толкателя 3 числовое значение деформации профиля 2 регулируется изменением расстояния между опорами 1.

Холодная деформация сопровождается уменьшением пластичности металла. Поэтому относительное остаточное удлинение δ наиболее деформированных волокон необходимо ограничивать. Например, согласно Строительным нормам и правилам (СниП) допускают δ при холодной правке до 1%; при холодной гибке — до 2%, что соответствует радиусу изгиба не

более 50 толщин листа при правке и не более 25 толщин листа при гибке. Исходя из этого, устанавливают предельные значения искривлений, исправление которых еще допускается в холодном состоянии.

В случае необходимости создания более значительных деформаций правка и гибка сталей должны производиться в горячем состоянии после нагрева до 900 ... 1000°C для стали классов до С 46/33 включительно и 900...950°C для стали классов С 52/40 и С 60/46. Деформирование при высокой температуре сопровождается процессом рекристаллизации, и пластические свойства металла при этом не снижаются.

2.4. 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. Разметочно-маркировочные машины с пневмокернером производят разметку со скоростью до 8...10 м/мин при точности ± 1 мм. Использование приспособлений для мерной резки проката, а также машин для термической резки с масштабной фотокопировальной системой управления или программным управлением позволяет обходиться без разметки.

В настоящее время используются различные системы автоматизированного проектирования раскроя листового и профильного проката. Раскрой может быть ручным, механизированным или автоматическим.

При ручном методе формирование карт раскроя осуществляют макетированием. Для этого по предварительно составленной программе с помощью чертежного устройства в масштабе 1 : 10 вычерчиваются основные детали. Их маркируют и используют для составления карт раскроя листового материала. Масштабные копии деталей вручную размещают в пределах контуров листа проката с учетом технологических требований и экономного использования материала.

При механизированном методе формирование карты раскроя выполняют на экране дисплея. Исходной информацией, находящейся в памяти ЭВМ, является аналитическое представление о контуре каждой из деталей. Номер детали, марку

материала, толщину, кратность детали и другое в диалоговом режиме оператор вводит в ЭВМ; вызывает из памяти машины и размещает на экране дисплея контуры необходимых для вырезки деталей. Далее перемещает и вращает эти контуры в пределах габаритов исходного листа. У оператора имеется возможность размещать в вырезаемых окнах и отверстиях более мелкие детали, добиваясь более полного использования материала.

При автоматическом методе формирование карты раскроя осуществляется через ЭВМ. На экране дисплея и на графопостроителе появляются полностью готовые карты раскроя и исчерпывающая дополнительная информация о наименованиях деталей, коэффициенте использования металла, нумерации вырезаемых деталей и др.

Примеры производственных карт раскроя, сформированных на ЭВМ, показаны на рис. 2.4.

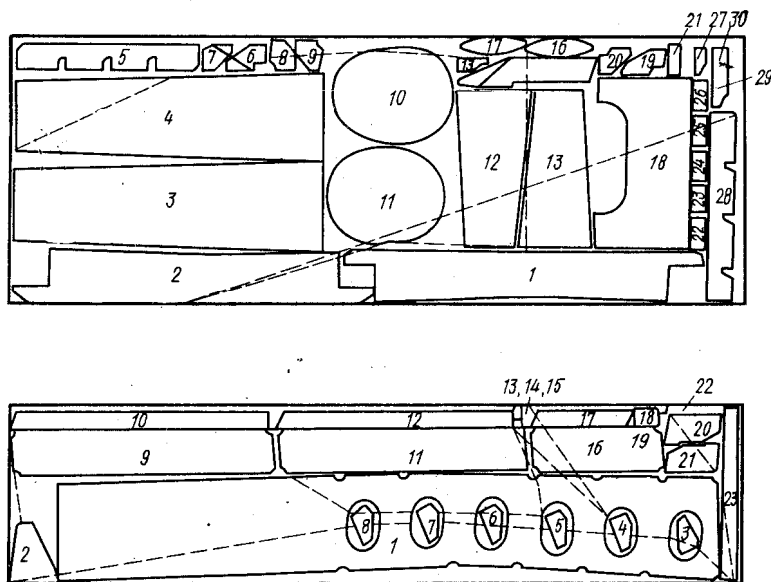


Рис. 2.4. Примеры производственных карт раскроя, сформированных на ЭВМ

2.5. Резка и обработка кромок

Резка деталей с прямолинейными кромками из листов толщиной до 40 мм, как правило, производится на гильотинных

ножницах (рис. 2.5, а). Разрезаемый лист 2 заводится между нижним 1 и верхним 4 ножами до упора 5, зажимается прижимом 3. Верхний нож, нажимая на лист, производит скалывание. Погрешность размера обычно составляет (2...3) мм при резке по разметке и (1,5...2,5) мм при резке по упору. Прямой рез со скосом кромки под сварку можно получить, используя специальные ножницы (рис. 2.5, б). При включении гидроцилиндра 1 качающийся ножедержатель 3 поворачивается сначала вокруг оси А, производя прямой рез с помощью ножа 7. Когда упор 2 ножедержателя 3 упрется в выступ детали 4, они поворачиваются совместно вокруг оси Б, отводя прижим 5 от регулируемого упора 6. Нож 8 совершает рез на скос.

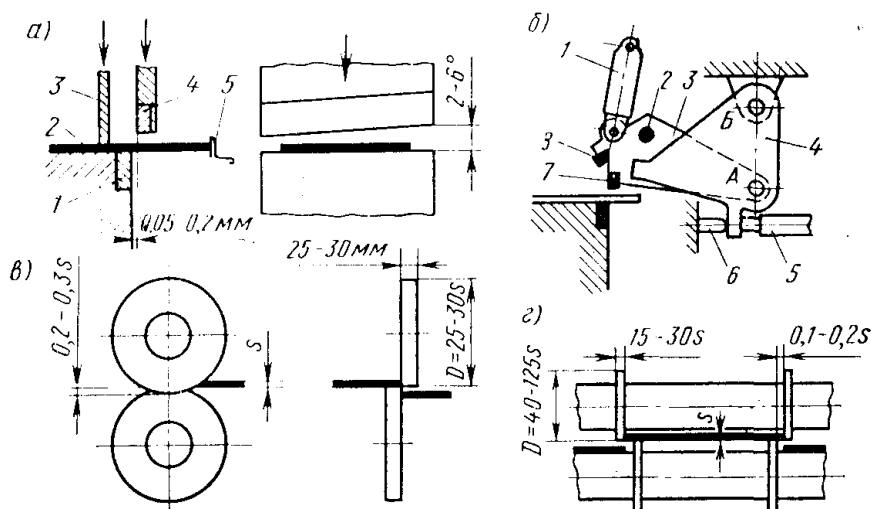


Рис. 2.5. Схема резки металла на ножницах различных типов

Дисковые ножницы (рис. 2.5, в) позволяют осуществлять вырезку листовых деталей с непрямолинейными кромками толщиной до 20...25 мм. Для получения листовая заготовки заданной ширины с параллельными кромками дисковые ножи целесообразно располагать попарно на заданном расстоянии друг от друга (рис. 2.5, г). Многодисковые ножницы предназначены для продольной обрезки кромок или роспуска рулонного материала на полосы.

При резке на ножницах металл у кромки реза подвергается значительной пластической деформации. Если эта кромка в дальнейшем попадает в зону сварки и полностью переплавляется, то дополнительной обработки не требуется. Если же эта кромка остается свободной, а конструкция работает при переменных нагрузках, то слой пластически деформированного металла целесообразно удалить последующей механической обработкой.

Для поперечной резки фасонного проката применяют пресс-ножницы с фасонными ножами или дисковые пилы. В некоторых случаях применяют резку гладким диском либо за счет трения, либо контактно-дуговым оплавлением.

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

Разделительная термическая резка менее производительна, чем резка на ножницах, но более универсальна и применяется для получения заготовок как прямолинейного, так и криволинейного очертания в широком диапазоне толщин. Наряду с газопламенной кислородной резкой все шире применяют плазменно-дуговую резку, позволяющую обрабатывать практически любые металлы и сплавы. Использование в качестве плазмообразующего газа сжатого воздуха дает не только экономические, но и технические преимущества, так как наряду с весьма высоким качеством реза обеспечивает значительное повышение скорости резки, особенно при вырезке заготовок из сталей малой и средней толщин (до 60 мм).

Широкое применение получает резка с помощью луча лазера. Высокая плотность потока ($10...10$ Вт/см²) обеспечивает настолько быстрый нагрев металла, что процесс резки начинается практически сразу после пуска лазерного луча (независимо от теплофизических свойств металла). Наиболее часто лазерную резку используют применительно к тонколистовым материалам, чувствительным к перегреву, таким, как высоколегированные высокопрочные сплавы железа, алюминия, титана и никеля, а также для раскроя неметаллических материалов — пластмасс, дерева, ткани, кожи, стекла, резины. Этот процесс характеризуется высокими скоростями резки (до 6...10 м/мин) при малой ширине реза.

Ручную и полуавтоматическую резку листов производят обычно по разметке; автоматическую — по масштабному чертежу

или на машинах с программным управлением. Масштабные чертежи содержат информацию только о траектории, поэтому переход от каждого отдельного реза к другому при раскрое целого листа приходится осуществлять вручную. Использование машин с цифровым программным управлением позволяет автоматизировать процесс резки в пределах всего листа без участия оператора при одновременном повышении точности реза.

2.6. Гибка

Детали цилиндрической или конической формы получают гибкой листов на листогибочных вальцах. При холодной гибке пластическую деформацию, определяемую отношением радиуса изгиба R к толщине листа s , приходится ограничивать. Если $R/s \geq 25$, то гибку обычно выполняют в холодном состоянии, при меньшем значении этого отношения — в горячем.

При гибке в вальцах концевой участок листа a (рис. 2.6, а) остается почти плоским.

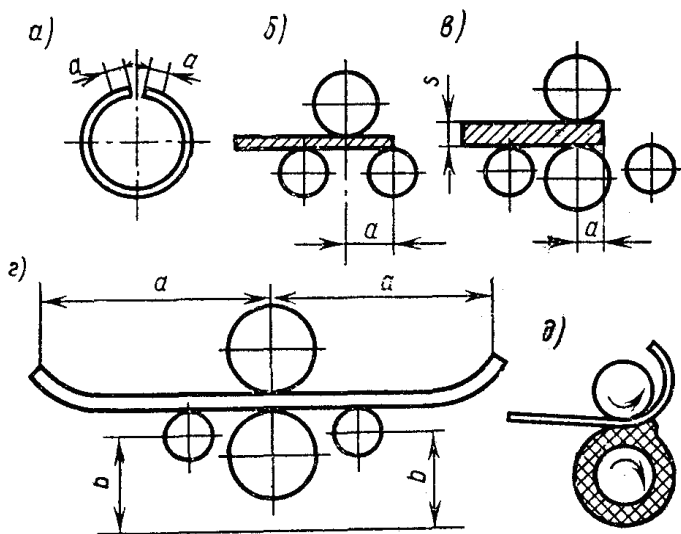


Рис. 2.6. Схемы вальцовки обечаек

а — обечайка с необвальцованными кромками: б, в — установка листа в трех- и четырехвалковых вальцах; г — положение листа в начале гибки в вальцах; д — гибка листа в двухвалковых вальцах

Ширина этого участка при использовании трехвалковых вальцов определяется расстоянием между осями валков a (рис. 2.6, б) и может оказаться значительной. В четырехвалковых вальцах несвальцованным остается только участок шириной $(1...2)s$, зажатый между средними валками (рис. 2.6, в). Обеспечение заданной кривизны в зоне стыка может быть получено либо путем калибровки уже спаренной обечайки, либо путем предварительной подгибки кромок (под прессом или на листогибочных вальцах с толстым подкладным листом, согнутым по заданному радиусу). Положение листа перед гибкой показано на рис. 2.6, г. После выверки параллельности оси вала и кромок листа гибку начинают со средней части.

Использование двухвалковых гибочных вальцов с эластичным полиуретановым покрытием нижнего вала (рис. 2.6, д) устраняет необходимость дополнительной операции подгибки кромок при вальцовке обечаек из листов толщиной до 6 мм. Упругое покрытие обжимает листовую заготовку вокруг жесткого верхнего вала и обеспечивает равномерный изгиб по всей длине. Для получения деталей из толстого листового металла применяют горячую гибку. Ее осуществляют на гибочных вальцах и на прессах.

При холодной гибке профильного проката и труб используют роликогибочные и трубогибочные станки.

2.7. Термическая обработка

Термическая обработка сварных соединений и конструкций в зависимости от химического состава металла и сложности конструкции предусматривает снятие остаточных напряжений после сварки, улучшение структуры и свойств основного металла, металла швов и зоны термического влияния, устранение химической и механической неоднородности сварных швов с целью повышения их прочности и коррозионной стойкости, что определяется техническими требованиями к сварным конструкциям.

Применение термической обработки связано с широким использованием для изготовления сварных конструкций специальных сталей и сплавов, весьма чувствительных к термическому циклу сварки.

Машиностроительные конструкции, обрабатываемые после сварки механическим путем, следует подвергнуть общему

высокому отпуску для снятия внутренних напряжений. Если этого не сделать, то после механической обработки, т. е. после снятия напряженных слоев металла, форма и размеры изделия могут значительно измениться. При небольшом объеме механической обработки изделие может деформироваться в период его эксплуатации, что вызывает ухудшение его эксплуатационных качеств, быстрый износ, а иногда и разрушение.

Высокий отпуск конструкций из углеродистых сталей обеспечивает постоянство формы и размеров изделий после механической обработки. После высокого отпуска величина остаточных деформаций зависит от конфигурации изделия и определяется равномерностью и скоростью охлаждения всех элементов сечений. Скорость охлаждения выбирается в зависимости от химического состава стали и устанавливается такой, чтобы в металле отсутствовали хрупкие структуры. До 300° С изделие охлаждается с печью, а затем на спокойном воздухе. Как правило, термическая обработка не устраняет, а в отдельных случаях в сложных конструкциях может привести к увеличению деформаций.

Термическая обработка сварных соединений производится по режимам для основного металла. В некоторых случаях эти режимы корректируют по температуре нагрева, повышая или понижая ее в зависимости от содержания в стали углерода и легирующих элементов. Такая корректировка оценивается по механическим свойствам и структуре металла. Возможность термической обработки изделия определяется габаритами, сложностью конструкций, ее способностью к деформации при нагреве, наличием термического оборудования на производстве и т. д. В отдельных случаях можно отказаться от термической обработки, если обеспечить термический цикл каскадным формированием шва, либо применить многодуговую сварку.

Термическую обработку производят либо сразу после сварки, либо по истечении нескольких часов, что зависит в основном от химического состава металла.

В производственных условиях изделия простых форм из металла небольшой толщины можно быстро термически обработать индукционным нагревом или газопламенной горелкой.

В сложных по форме изделиях из металла большой толщины, более склонного к образованию трещин, при многослойной наплавке целесообразно накладывать отжигающий

валик. Термическая обработка является сложной и дорогой операцией, особенно для крупногабаритных тяжелых изделий, а для некоторых громоздких конструкций она вообще не может быть применена. Во всех случаях отказ от термической обработки приводит к значительной экономии капитальных затрат и эксплуатационных расходов, упрощает технологический процесс и резко снижает себестоимость изделий. Поэтому применять ее следует лишь в необходимых случаях. Термическая обработка металла и изделий регламентируется техническими условиями и специальными правилами Госгортехнадзора.

Основными видами термической обработки, применяемыми при изготовлении сварных конструкций, являются: предварительный нагрев, сопутствующий нагрев, отпуск, нормализация, закалка и отпуск, отжиг, нормализация и отпуск и др.

Выбор вида термической обработки определяется химическим составом металла, его теплофизическими свойствами, технологией сварки, видом сварного соединения и требованиями, предъявляемыми к ним, условиями работы изделия и т. д.

Вид термической обработки изделия из низкоуглеродистых сталей зависит от метода сварки и толщины металла.

Изделия из низкоуглеродистых сталей с содержанием до 0,28% при небольшой толщине отдельных элементов, как правило, не подвергаются термической обработке. Однако сварка сложных конструкций из той же стали при большой толщине элементов производится с предварительным, а иногда и с сопутствующим нагревом. Аналогично с предварительным нагревом до 120—150° С сваривают угловые швы на толстом металле и первый слой многослойного шва при ручной сварке.

Предварительный и сопутствующий нагрев применяется при дуговой сварке неответственных конструкций из среднеуглеродистых сталей (нагрев до 250—300° С), а также при электрошлаковой сварке ответственных конструкций из среднеуглеродистых сталей, когда требуется высокая пластичность сварного соединения (нагрев до 180—200° С) или нормализация.

Сварка конструкций из низколегированных сталей в зависимости от их химического состава осуществляется с предварительным, либо с предварительным и сопутствующим нагревом.

Дуговая сварка изделий больших толщин из низкоуглеродистых, мартенситных сталей и высокоуглеродистых хромистых сталей, независимо от толщины металла, производится с предварительным нагревом.

При сварке изделий из специальных высоколегированных сталей предварительный или сопутствующий нагрев применяют в тех случаях, когда он снижает склонность к образованию горячих трещин

Изделия из резко закаливающейся хромистой жаропрочной стали с мартенситно-ферритной структурой, независимо от толщины металла, сваривают с предварительным и сопутствующим нагревом до 250—300° С и немедленным отпуском после сварки. Электрошлаковая сварка таких изделий выполняется без нагрева, но также с немедленным отпуском после сварки.

Изделия из жаропрочных аустенитных сталей с повышенным содержанием углерода либо закаливают при 1050—1100° С на аустенит (стали типа 18-8), либо производят стабилизирующий отжиг при 850—900° С в течение 3 ч с целью сохранения коррозионной стойкости. Крупногабаритные изделия из этих сталей подвергают местной термической обработке токами промышленной частоты, либо газовым пламенем.

Согласно правилам Госгортехнадзора, сварные конструкции из низколегированных хромомолибденовых сталей после сварки должны подвергаться нормализации с высоким отпуском.

Изделия из среднелегированных сталей подвергаются улучшению (закалка с высоким отпуском) или закалке с низким отпуском. Иногда применяют регулирование термического цикла путем предварительного и сопутствующего нагрева при различных значениях погонной энергии. Улучшению подвергают ответственные тяжело нагруженные конструкции, если позволяют их габариты и не возникают деформации. Когда по этим причинам конструкции термически обработать невозможно, применяют меры металлургического воздействия (введение модификаторов) и технологического воздействия (уменьшение объема сварочной ванны).

Если при улучшении изделие деформируется, то производят только высокий или низкий отпуск. Следовательно, технология сварки изделия во многих случаях зависит от вида последующей термической обработки. Для изделий из среднеуглеродистых

сталей возможна сварка с различными видами термической обработки и сварка без термической обработки при соответствующем металлургическом и технологическом воздействии.

Термическая обработка сварных соединений и конструкций производится в стационарных печах и переносными устройствами. Для термической обработки изделий применяются различные печи. Печи с выдвижным подом применяются как для малогабаритных, так и крупногабаритных изделий.

Местный нагрев осуществляется горелками на газообразном или жидком топливе, а также применяется индукционный нагрев токами промышленной частоты.

Индукционный нагрев токами промышленной частоты применяется не только для снятия напряжений после сварки, но и для предварительного и сопутствующего нагрева. Преимущество его, кроме эксплуатационных удобств, состоит в том, что индуктор можно изготовить почти любой формы в соответствии с конфигурацией участка изделия.

2.8. Технологическая наследственность

Следует иметь в виду, что выполнение заготовительных операций может привести к появлению таких остаточных явлений в материале заготовок, которые могут снизить качество выполнения последующих операций сборки и сварки, а также работоспособность готовых изделий. Такой перенос свойств, приобретенных при выполнении предшествующей операции на последующие, получил название технологической наследственности.

Для предотвращения или устранения вредного влияния технологической наследственности заготовительных операций нередко приходится вводить ограничения или дополнительные мероприятия. Так, при холодной правке и гибке металла устанавливают допускаемые значения пластической деформации; при механической разделительной резке на ножницах иногда предусматривают удаление металла вблизи кромки реза, где не исключено наличие надрывов. После операции очистки поверхности металла назначают операцию грунтовки для защиты от коррозии в процессе выполнения последующих операций; при выполнении раскроя листов термической резкой приходится учитывать возможность погрешности вследствие перемещений,

связанных с неравномерностью поля температур в процессе резки; при механической обработке таких заготовок возможно снижение точности размеров и формы вследствие наличия поля остаточных напряжений.

Контрольные вопросы:

1. Какое уменьшение пластичности металла считают допустимым при выполнении операций холодной правки и гибки листовой и профильной стали?

2. Что понимают под ручной, механизированной и автоматической системами проектирования раскроя листового и профильного проката?

3. Какие приемы и схемы оборудования применяют при механической резке листового и профильного проката?

4. Назовите достоинства и недостатки различных методов очистки поверхности металла.

5. Каким образом качество изготовления и работоспособность сварных изделий могут зависеть от технологической наследственности выполнения заготовительных операций?

Лекция № 3

Транспортные операции

План:

3.1. Транспортирующие механизмы в мелкосерийном производстве

3.2. Транспортирующие механизмы в серийном производстве

3.3. Загрузочные устройства

3.1. Транспортирующие механизмы в мелкосерийном производстве

Комплексная механизация и автоматизация производства немыслима без наличия системы транспортирующих устройств, исключающей или сводящей до минимума использование живого труда.

В производстве сварных конструкций рациональное выполнение транспортных операций приобретает все большее значение, поскольку при недостаточном внимании к их

механизации затраты труда могут оказаться даже больше, чем на операции сварки.

Эффективное использование транспортирующих устройств достигается, когда они соответствуют характеру производства, типу выпускаемых изделий, их размерам, массе и др.

В мелкосерийном производстве транспортирование заготовок, деталей, узлов и готовых изделий осуществляют главным образом с помощью мостовых кранов, автопогрузчиков и самоходных тележек. Механизацию закрепления и освобождения листовых элементов при использовании кранов обеспечивают применением специализированных захватов.

Для плоских деталей эффективно использование вакуумных захватов, длительность захватывания измеряется секундами. Вакуум (обычно не более 10...15 кПа) создают с помощью инжектора от сети сжатого воздуха или вакуумным насосом. Вакуумные захваты непригодны при отсутствии сплошности захватываемой поверхности, но зато имеют малую массу, могут захватывать один (верхний) лист из любого материала, поворачивать лист из горизонтального положения в вертикальное, безопасны в работе. Двухкратный запас их грузоподъемности обеспечивает удержание груза после выключения вакуумного насоса в течение нескольких минут.

При транспортировании стальных заготовок и узлов широко используют магнитные захваты. Их достоинство — отсутствие ограничений по сплошности захватываемой поверхности. В конструкциях электромагнитных захватов предусматривают систему аварийной блокировки, удерживающей груз при отключении энергоснабжения. Захваты с постоянными магнитами снабжают устройствами для освобождения захваченной детали.

Листовые элементы большой длины приходится закреплять в нескольких точках. Для этого используют жесткую траверсу с несколькими захватами, подвешенными на тросе с уравнительными блоками. Кантовку крупных изделий или узлов нередко производят с помощью четырехкрюкового крана (рис. 3.1).

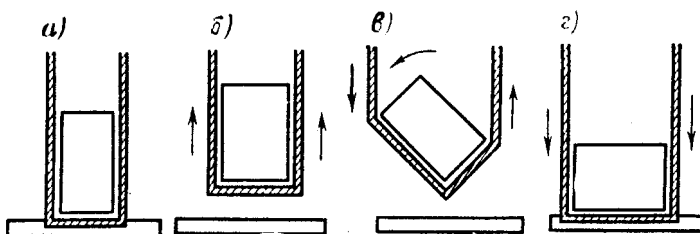


Рис. 3.1. Кантовка изделий с помощью четырехкрюкового мостового крана:

а—г — последовательность положений при кантовке

Самоходные порталы удобны для подачи листовых заготовок и деталей с промежуточного склада к рабочему месту, а иногда для манипулирования деталью. Конструктивная схема такого портала показана на рис. 3.2, а. Контейнеры с заготовками подают мостовым краном и устанавливают между рельсами портала. Захват заготовок в пределах площади, обслуживаемой порталом, производится посредством траверсы 2 с захватами 1, закрепленной на тележке 4, которая, в свою очередь, перемещается по верху портала поперек направления его движения. Наличие поворотной колонны 3 позволяет ориентировать захваченную заготовку в горизонтальной плоскости. Нередко листоукладчики, обслуживающие различные агрегаты, перемещают по эстакадам (рис. 3.2, б).

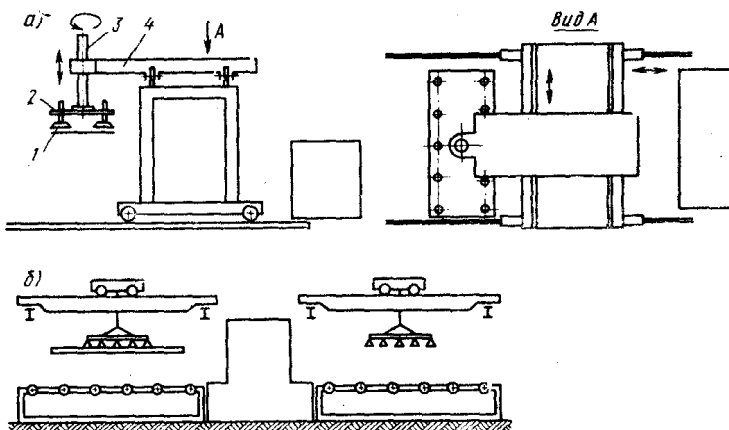


Рис. 3.2. Схемы самоходных порталов

Шарнирно-балансирные манипуляторы (ШБМ) используют для механизации транспортно-складских и монтажных работ, а также операций установки — снятие деталей при обслуживании технологического оборудования. В основу ШБМ положен механизм пантографа, с помощью которого нагрузка, приложенная к «руке», раскладывается на горизонтальную и вертикальную составляющие. При этом вертикальная составляющая нагрузки воспринимается электромеханическим или пневматическим приводом.

В зависимости от условий эксплуатации ШБМ могут устанавливаться на полу (на основании, тележке или колонне), а также могут быть прикреплены к стене (рис. 3.3, а) или потолку (рис. 3.3, б).

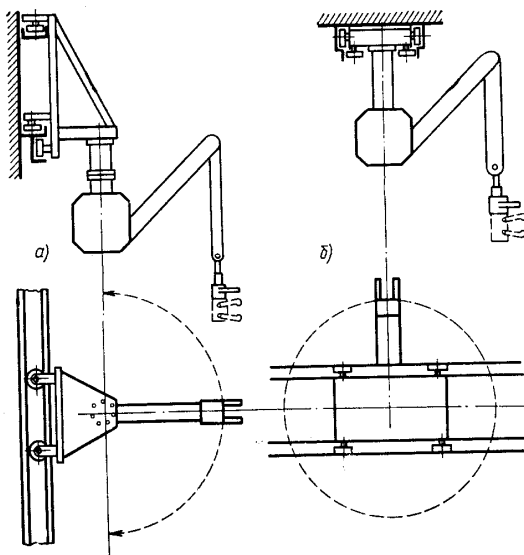


Рис. 3.3. Схема шарнирно-балансирного манипулятора

3.2. Транспортирующие механизмы в серийном производстве

В серийном производстве для транспортирования широко используют различные конвейеры.

1. Роликовые конвейеры могут быть приводные и не приводные.

Движение грузов по *неприводному конвейеру* обеспечивают либо наклоном секции конвейера на $1,5...3^\circ$, либо с помощью тягового элемента. Для разворота листов и полотенц в мелкосерийном производстве используют шаровые или роликовые поворотные опоры (рис. 3.4, б, в). Сборочные и сварочные стенды нередко оборудуют подъемными роликами (рис. 3.4, а), которые поднимают собранный и сваренный листовой элемент 1 над поверхностью стенда 2, облегчая выполнение транспортной операции.

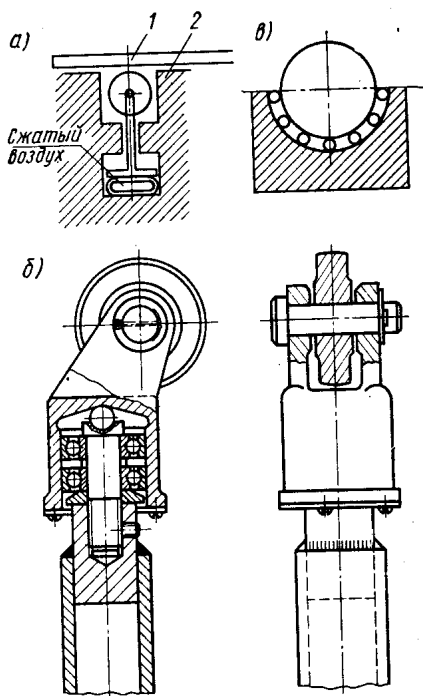


Рис. 3.4. Опоры для перемещения листов

Приводные роликовые конвейеры с групповым или индивидуальным приводом перемещают изделие по горизонтали. Усилие для преодоления повышенного сопротивления движению, например, при продвижении листа через строгальный станок или при заталкивании плоского элемента в сворачивающее устройство, создают парными, принудительно прижатыми

вращающимися валками (рис. 3.5, а) или заталкивающим устройством (рис. 3.5, б).

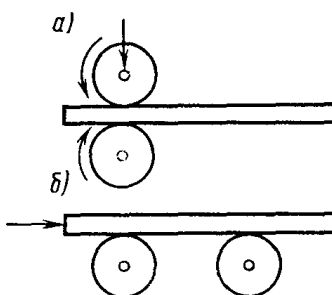


Рис. 3.5. Схемы устройств для принудительной подачи листов

Для транспортирования изделий или заготовок цилиндрической формы применяют фасонные криволинейные (рис. 3.6, а) или двухконические ролики (рис. 3.6, б). Цилиндрические изделия больших диаметров обычно транспортируют с помощью парных роликов (рис. 3.6, в). Для вращения изделия на отдельных рабочих местах между транспортирующими роликами конвейера располагают подъемные ролики поперечного направления (рис. 3.6, г).

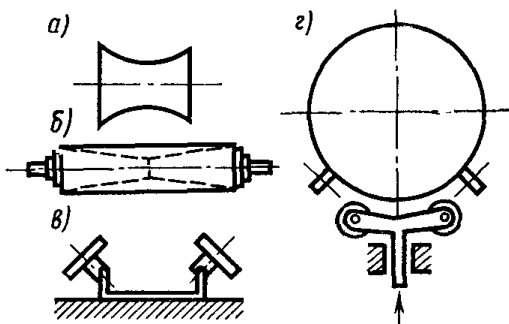


Рис. 3.6. Схемы роликовых конвейеров для цилиндрических заготовок

Перегрузку листовых элементов на параллельный конвейер с одновременной кантовкой на 90° осуществляют, как показано на рис. 3.7, а, на 180° — рис. 3.7, б.

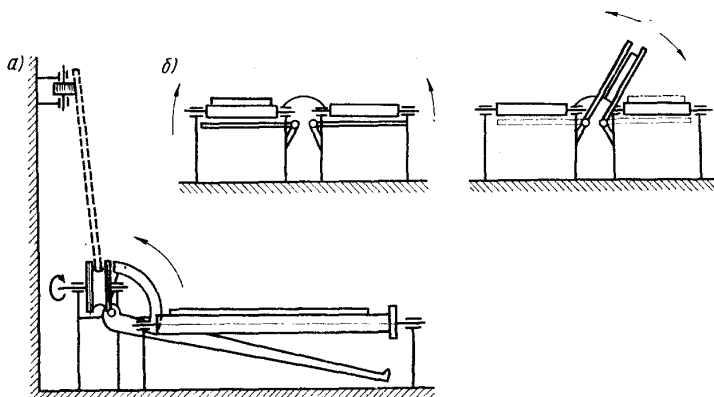


Рис. 3.7. Схемы перегрузочных устройств

2. Пластинчатый конвейер также является универсальным (рис. 3.8, а). Две параллельные тяговые втулочно-роликовые цепи 1 приводятся от двух звездочек, сидящих на общем валу. Опорные катки 2 цепей перемещаются по элементам поддерживающей конструкции 3. Отдельные пластины 4, прикрепленные к звеньям тяговых цепей 1, образуют настил, позволяющий транспортировать изделия любой формы. Иногда детали укладывают непосредственно на звенья цепи без настила (рис. 3.8, б). Оси шарниров цепей для этого располагают эксцентрично.

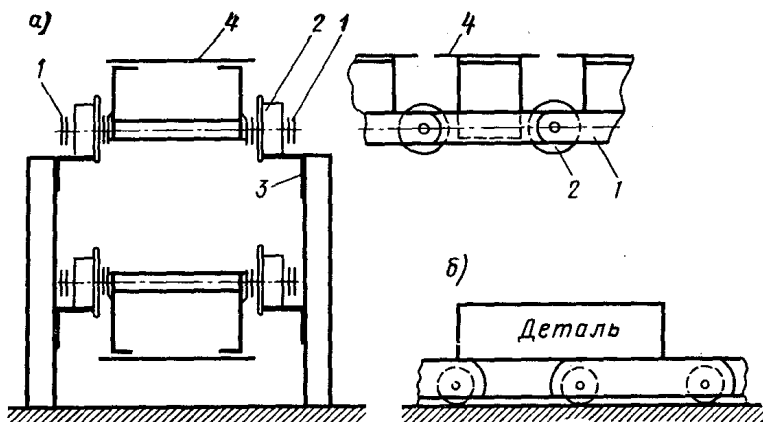


Рис. 3.8. Пластинчатый конвейер

3. Подвесные конвейеры получили широкое распространение как основное транспортирующее устройство современных предприятий серийного и массового производств. Конфигурация, габариты и масса транспортируемых грузов разнообразны. Достоинством подвесных конвейеров являются пространственность трассы, доступность к изделию со всех сторон, экономия производственной площади. Их используют не только для перемещения узлов или изделий к рабочим местам. Нередко одновременно с транспортированием изделия могут проходить различные технологические операции: мойку, очистку, сушку, окраску.

В зависимости от характера крепления несущей подвески к тяговому элементу различают конвейеры грузонесущие и толкающие.

Грузонесущие подвесные конвейеры (рис. 3.9) имеют направляющий путь 1, по которому движутся каретки 2, поддерживающие тяговую цепь 3 и несущие подвески 4 с грузами. Тяговая цепь имеет гибкость в вертикальном и горизонтальном направлениях. Повороты тягового элемента в горизонтальной плоскости 2 осуществляются при помощи поворотных шкивов или роликовых батарей; в вертикальной плоскости — с помощью перегибов направляющего пути. Трасса такого конвейера замкнутая и стрелок не имеет.

Подвески конвейера можно загружать и разгружать вручную, полуавтоматически и автоматически. Полуавтоматическую загрузку обычно осуществляют на участках вертикальных подъемов и спусков пути конвейера (рис. 3.9, а). Крюк, стропы, рычажный захват или обойму подвески рабочий вручную зацепляет за груз, лежащий на роликовом столе. Конвейер отрывает груз от стола на подъеме пути. Подобным же образом конвейер разгружают.

Перегибы пути в вертикальной плоскости используют и для автоматической загрузки, применяя подвески с вилкообразным основанием, наклоненным на $2...3^\circ$ в сторону его задней стенки (рис. 3.9, б). По наклонному роликовому конвейеру 1 грузы самоходом подаются на гребенчатый роликовый стол 2. На участке подъема пути подвеска 3 лапами вилочного основания заходит между роликами загрузочного стола и, поднимаясь, захватывает лежащий на нем груз.

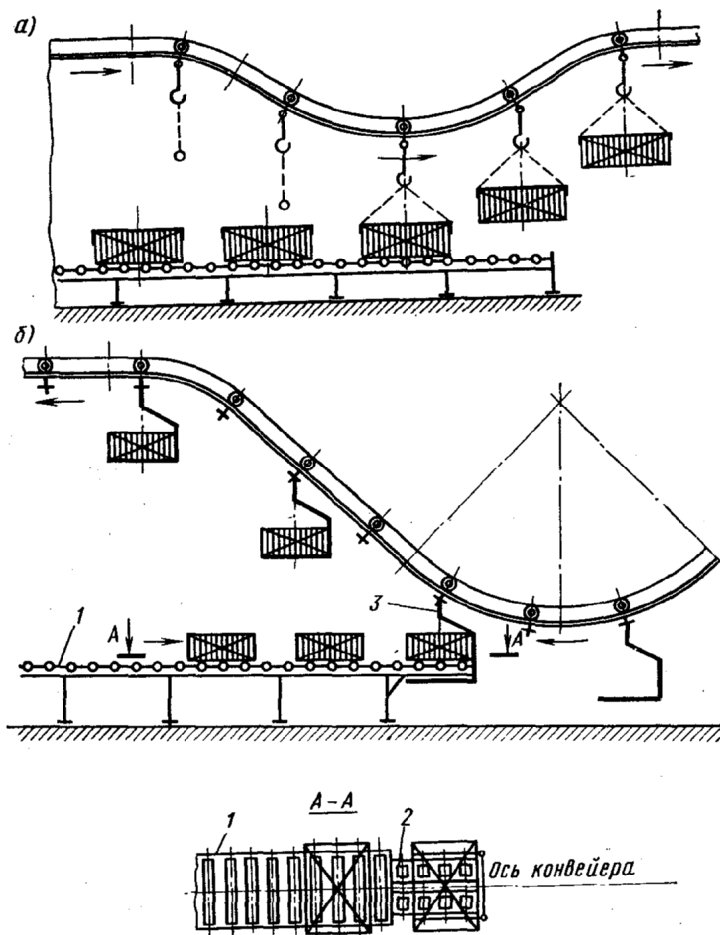


Рис. 3.9. Загрузка подвесок роликового конвейера на участке вертикального перегиба пути:

а — полуавтоматическая; б — автоматическая

Толкающий подвесной конвейер (рис. 3.10) имеет тяговый путь 1, по которому движутся каретки 2, поддерживающие тяговую цепь 3, и грузовой путь 6, по которому перемещаются тележки 5 с подвесками грузов 7. Грузовые пути могут иметь ответвления 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 тележки 5, а наличие зазора между толкателем и задним упором 8 обеспечивает выход толкателя из промежутка между упорами при выводе тележки по стрелке на отводной путь.

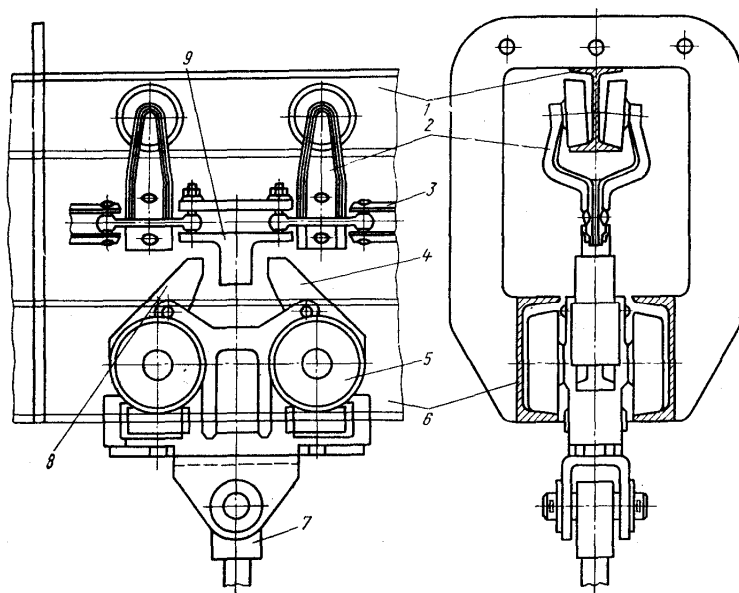


Рис. 3.10. Подвесной толкающий конвейер

Подвесные толкающие конвейеры обеспечивают наиболее высокую производительность и являются основным внутрицеховым транспортным средством при разветвленной и устойчивой схеме перевозок со значительным количеством мест разгрузки и загрузки с интенсивностью свыше 30 подач в час.

Автоматическую шаговую подачу непрерывных заготовок в виде лент, полос, стержней осуществляют с помощью валиковых, клещевых и крючковых устройств.

Валиковую подачу целесообразно использовать при приварке каких-либо элементов к полосе или ленте, а также при выполнении прессовых и гибочных операций. Привод валиковой подачи (рис. 3.11, а) обычно обеспечивают кинематической связью с ходом пуансона прессы или хобота 1 точечной контактной машины. При подъеме пуансона валики перемещают полосу или ленту 2 на заданный шаг. Для предотвращения

излишнего перемещения под действием инерционных сил в конструкцию устройства вводят обгонную муфту или постоянно замкнутые тормоза. Шаг подачи не превышает 200 мм, скорость валиковой подачи — не более 250 ходов/мин

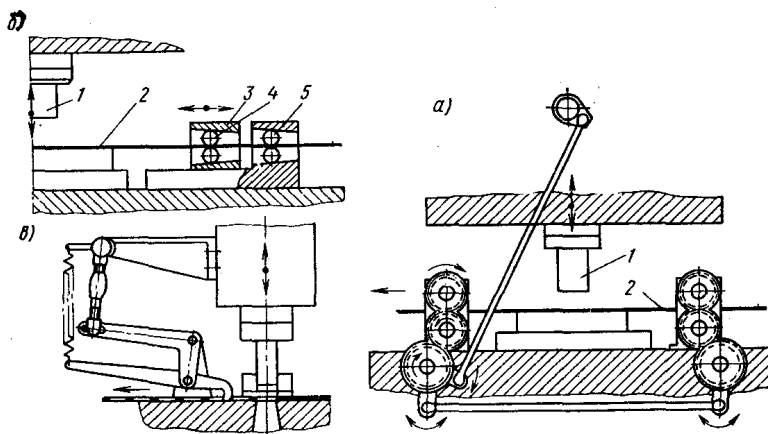


Рис. 3.11. Схемы устройств для шаговой подачи непрерывных заготовок:

а — валиковая подача; б — клещевая подача; в — крючковая подача

При клещевой подаче подвижный захват также кинематически связан с рабочим органом машины. При движении его вниз подающая каретка 3 (рис. 3.11, б) перемещается слева направо. При этом ролики 4 свободно скользят по ленте 2. Тормозные ролики 5 заклинены и препятствуют перемещению ленты 2 под влиянием силы трения о ролики. 4. При ходе пуансона 1 вверх каретка 3 движется справа налево, лента заклинивается между роликами подающей каретки и перемещается на длину хода каретки. Наибольший шаг составляет 100 мм; скорость клещевой подачи достигает 600 двойных ходов/мин.

Схема работы подающего устройства крючкового типа показана на рис. 3.11, в. Полоса или лента захватывается крюком за кромку пробитого отверстия или за выступ в рамке, куда укладывается листовой элемент, собранный под точечную контактную сварку с заданным шагом. Производительность

крючковой подачи примерно такая же, как и валиковой; наибольший шаг не превышает 50 мм.

4. **Шаговые конвейеры** используют для передачи деталей или узлов с одной позиции на другую в поточной или автоматической линии. В конвейерах этого типа детали или узлы на размер шага перемещают устройства, совершающие поступательное или возвратно-поступательное движение (сцен тележек, штанга или рамка). Движение задается либо гибким тяговым элементом с приводом от электромотора, либо силовым цилиндром (гидравлическим, пневматическим), либо от электромотора через передачу шестерня — рейка.

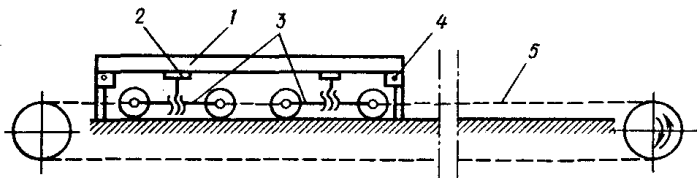


Рис. 3.12. Схема тележечного шагового конвейера:

1 — рама; 2 — домкрат; 3 — тележка; 4 — опора; 5 — тяговый канат

3.3. Загрузочные устройства

Обеспечение непрерывной работы автоматически действующих установок и шаговых конвейеров требует автоматизации питания их заготовками или деталями. Эту задачу выполняет загрузочное устройство, которое имеет накопитель для хранения запаса заготовок и отсекающий механизм для отделения от всей массы одной заготовки с подачей ее в рабочую зону в строго ориентированном положении. Накопители бывают магазинные и бункерные.

В магазинные накопители (рис. 3.13, а—е) заготовки укладывают в ориентированном положении заранее. Магазинные устройства, изображенные на рис. 3.13, а—д, относят к гравитационному типу, так как перемещение заготовок в магазине происходит под действием силы тяжести. Применительно к заготовкам небольших размеров магазинные устройства этого типа просты и надежны, однако для заготовок больших размеров и массы приходится использовать другие схемы.

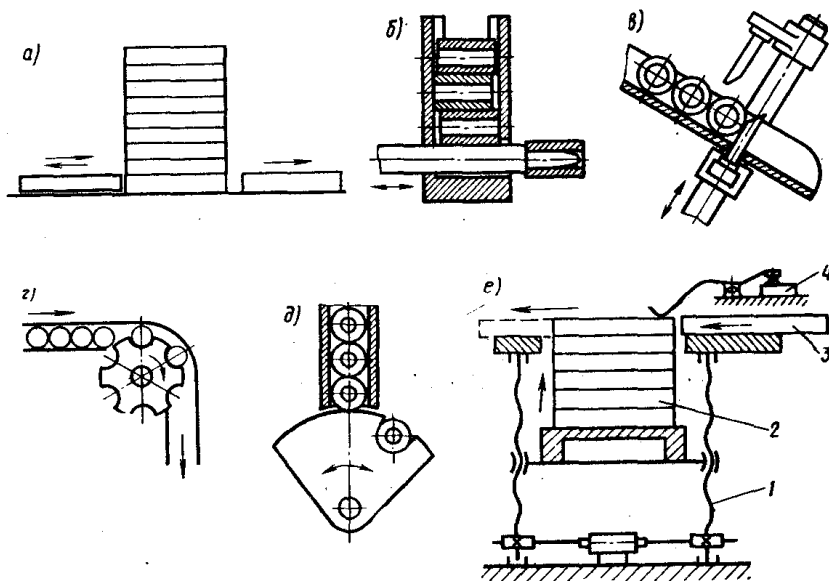


Рис. 3.13. Схемы магазинных накопителей с отсекающими:
а, б — вертикальные гравитационные; в — наклонный; г, д — барабанные; е — вертикальный с ходовым винтом; 1 — ходовой винт; 2 — заготовки; 3 — толкатель; 4 — концевой выключатель ходового винта

Недостатком магазинных устройств является трудоемкость ориентирования и укладки заготовок при зарядке магазина, выполняемых обычно вручную.

В бункерные накопители заготовки загружают навалом. Автоматическая их ориентация исключает ручную операцию укладки заготовок. Бункерные устройства способны обеспечить питание самого производительного оборудования. Различают бункерные устройства с захватными механизмами и без них. В устройствах первой группы захват заготовок осуществляется с помощью механических перемещений штырей, крюков, шиберов. Так из бункера 1 (рис. 3.14) заготовки сферической формы подаются толкателем 2 на лоток 3, где они задерживаются упором 5 и располагаются в один ряд. Отсюда питатель 4 выдает заготовки поштучно. В этом устройстве лоток 3 с питателем 4

работают как самостоятельное загрузочное устройство
 магазинного типа.

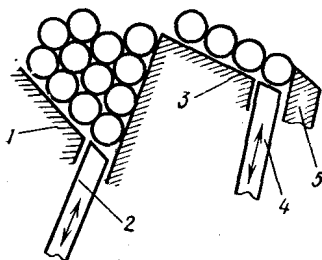


Рис. 3.14. Схема бункерного устройства с захватным механизмом

В бункерных устройствах второй группы подача заготовок осуществляется за счет сил инерции и трения, создаваемых при вибрации. Большое распространение получили вибрационные загрузочные устройства с круговыми бункерами, на стенках которых расположен спиральный лоток (рис. 3.15).

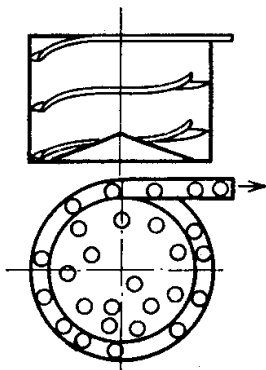


Рис. 3.14. Круговой бункер

Двигаясь по лотку, заготовки ориентируются и располагаются в один слой; способы ориентации определяются формой заготовок. Для заготовок типа дисков, колец и пластинок используют спиральный лоток, имеющий наклон к центру бункера, и буртик, не превышающий высоты заготовки (рис. 3.15, а). При перемещении заготовок по лотку те из них, которые

попадут во второй слой, будут соскальзывать обратно в бункер. Ориентация колпачков, высота которых меньше или равна диаметру, достигается с помощью плоского лотка с язычком (рис. 3.15, б). Заготовки, оказавшиеся доньшком вниз, проходят над язычком, а остальные выпадают в вырез лотка. Заготовки роликов или трубочек (рис. 3.15, в), перемещающиеся в вертикальном положении, сбрасываются козырьком обратно в чашу бункера. С помощью козырька можно ориентировать и двухступенчатые заготовки (рис. 3.15, г). Заготовки в виде болтов, винтов и др., а также колпачки ориентируются на прямолинейном участке по выходе со спирального лотка (рис. 3.15, д, е). При ориентировании деталей несимметричной формы нередко используют направленную струю сжатого воздуха.

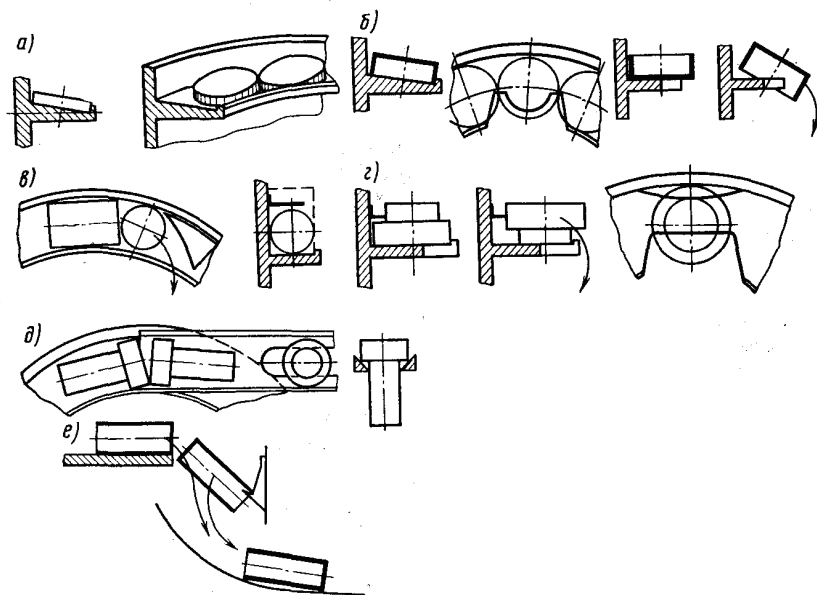


Рис. 3.15. Приемы ориентации в вибрационных загрузочных устройствах

Подача заготовок на рабочую позицию осуществляется по лотку, являющемуся продолжением спирали; скорость подачи может достигать до 40 м/мин. Если лоток заполнен полностью, то заготовки самопроизвольно останавливаются, упираясь друг в друга.

Если внешние признаки деталей скрыты или слабо выражены (внутренние пустоты, металлические вкладыши в керамических или пластмассовых деталях), то ориентировка их обычными механическими методами затруднена или невозможна. В этом случае иногда используют обычные бункерные устройства, оснащая прямолинейный участок выходного лотка системой электромагнитов. Детали, предварительно ориентированные в чаше бункера вдоль продольной оси, поступают в межполюсное пространство электромагнита, где деталь разворачивается в требуемое положение, а лоток обеспечивает сохранение ориентации и перемещение детали в рабочую зону.

Вибробункерные загрузочные устройства целесообразно применять к небольшим заготовкам или деталям. С увеличением их размеров и массы сильно возрастают звуковые эффекты, сопровождающие их соприкосновение в бункере в процессе вибрации.

Контрольные вопросы:

1. Какие транспортирующие устройства используют в условиях мелкосерийного производства?
2. Каковы приемы шаговой подачи непрерывных заготовок?
3. В чем характерная особенность конвейера роторного типа?
4. Как организовано автоматическое адресование грузов с использованием самоходных тележек?
5. Приемы ориентирования заготовок в вибробункерных накопителях.

Лекция № 4

Сборочно-сварочные операции

План:

- 4.1. Приемы выполнения операций сборки
- 4.2. Приемы выполнения операций сварки

4.1. Приемы выполнения операций сборки

Сборочная операция имеет цель обеспечить правильное взаимное расположение и закрепление деталей собираемого сварного изделия. Для выполнения сборочной операции используют сборочное или сборочно-сварочное оборудование. В

первом случае сборка заканчивается прихваткой; во втором — собранное изделие сразу сваривают.

Собранный узел должен обладать жесткостью и прочностью, необходимой как для извлечения его из сборочного приспособления и транспортировки к месту сварки, так и для уменьшения деформаций при сварке. Фиксацию собранных деталей часто осуществляют на прихватах. Размеры и расположение прихваток задают не только из условий прочности и жесткости, но и с позиции исключения их вредного влияния на качество выполнения сварных соединений и работоспособность конструкции. Поэтому прихватки должны иметь ограниченное поперечное сечение и длину и располагаться в местах, обеспечивающих их полную переварку при укладке основных швов. Если же прихватки накладывают на местах, где швы проектом не предусмотрены, то после сварки изделия такие прихватки следует удалить, а поверхности тщательно зачистить.

Сборку иногда производят при плотном сопряжении собираемых деталей, но чаще с заданным технологическим зазором. Размещение деталей в приспособлении (базирование) осуществляют таким образом, чтобы технологические базы деталей опирались на установочные поверхности приспособления. В общем случае для этого достаточно прижать деталь к шести опорным точкам, расположенным в трех взаимно перпендикулярных плоскостях (рис. 4.1, а). Цилиндрические детали удобно базировать с помощью призмы (рис. 4.1, б); детали с цилиндрическими отверстиями — как показано на рис. 4.1, в, г.

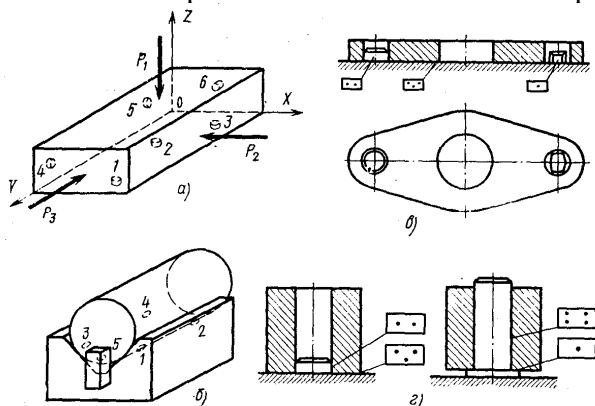


Рис. 4.1. Схемы базирования деталей

Требуемое взаимное расположение деталей сварного узла обеспечивают с помощью установочных элементов приспособления: упоров, фиксаторов, призм, шаблонов и др. (рис. 4.2).

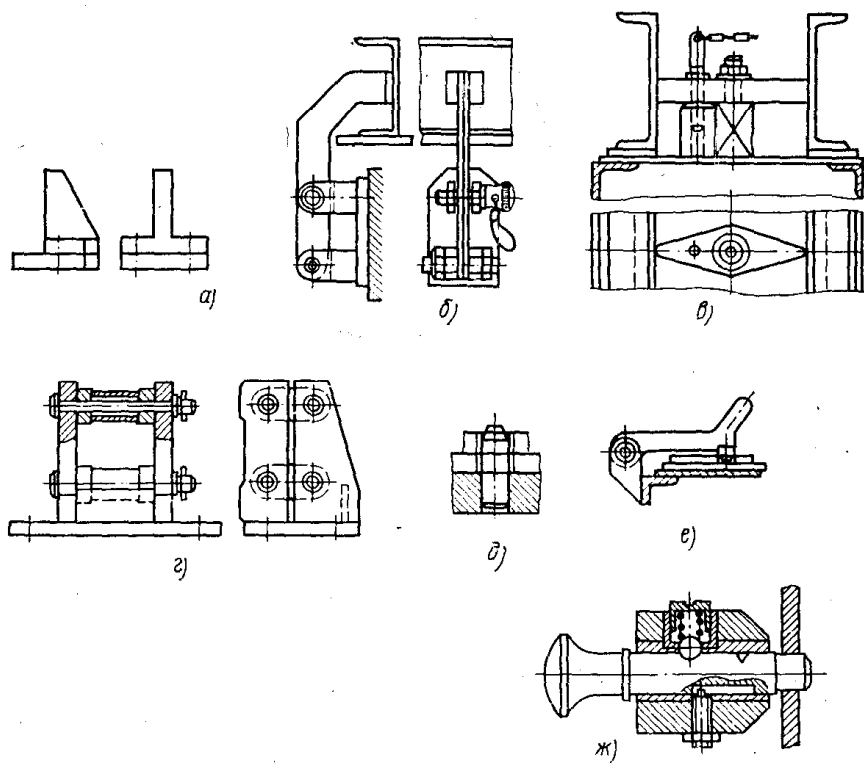


Рис. 4.2. Установочные элементы сборочных приспособлений:

а—упор неподвижный; б, в, г — упор откидной; д — фиксатор неподвижный; е — фиксатор откидной; ж — фиксатор отводной

Для фиксации деталей по отверстиям большого диаметра применяют разжимные оправки (рис. 4.3).

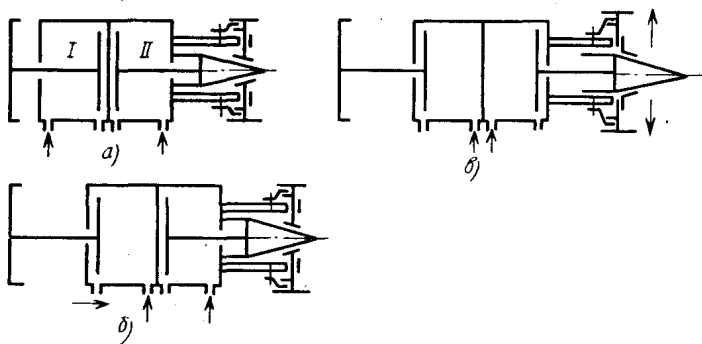


Рис. 4.3. Схема действия разжимной оправки:

а — исходное положение; б — продвижение в отверстие; в — разжим

Для закрепления детали в приспособлении служат зажимные элементы. Так же, как и установочные, зажимные элементы могут быть постоянные, откидные, отводные и поворотные. Клиновые, винтовые, эксцентриковые и рычажные прижимы (рис. 4.4, а – г) с ручным приводом просты, но малопроизводительны.

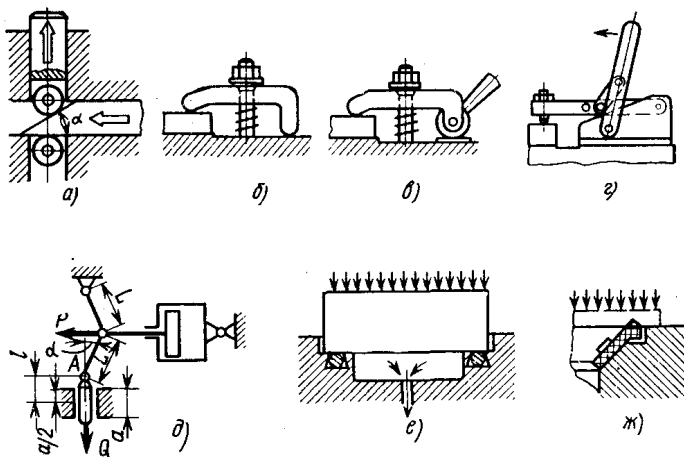


Рис. 4.4. Зажимные элементы и устройства:

а — клиновой; б — винтовой; в — эксцентриковый; г — рычажный; д — рычажный с силовым цилиндром; е, ж — вакуумные

Использование пневматических, гидравлических, магнитных и вакуумных прижимов (рис. 4.4, д. ж) значительно сокращает вспомогательное время, особенно если требуется закрепить изделие одновременно в нескольких местах. Широко используют пневматические прижимы, приводимые в действие сжатым воздухом низкого давления (в среднем 0,4 Мпа). При таком давлении размеры цилиндров, необходимые для обеспечения требуемого усилия зажатия, могут оказаться значительными. Иногда более рациональным становится использование гидравлических устройств, работающих при существенно более высоком давлении.

4.2. Приемы выполнения операций сварки

Для качественного и производительного выполнения сварочной операции необходимо обеспечить:

- 1) сборку соединений с оптимальным зазором;
- 2) доступность зоны соединения для инструмента;
- 3) рациональное чередование сборочных и сварочных операций и соответствующую последовательность наложения швов;
- 4) позиционирование свариваемых кромок в пространстве и относительное перемещение инструмента и изделия, соответствующие оптимальным условиям сварки.

Если сварку производить после полного завершения сборки, то пространственная жесткость конструкции будет способствовать уменьшению сварочных деформаций. Однако доступность некоторых соединений при этом может стать ограниченной. Чередование сборочных и сварочных операций при изготовлении конструкции путем наращивания отдельных элементов облегчает доступность соединений, но нередко способствует увеличению деформаций от сварки. Общей сборке сложной конструкции могут предшествовать сборка и сварка относительно простых узлов, обладающих пространственной жесткостью, соединения которых легко доступны для сварки.

Позиционирование изделия для выполнения каждого соединения в наиболее благоприятном для сварки положении требует неоднократного поворота изделия. Так, при дуговой сварке стыковые соединения обычно располагают в нижнем положении, а для угловых швов предпочтительным является положение «в лодочку». Кроме периодических установочных

поворотов изделия применительно к сварке круговых и кольцевых швов требуется вращение изделия с постоянной сварочной скоростью. При выполнении сварочных операций требуется также задавать положение инструмента относительно свариваемых кромок и перемещать его со скоростью сварки. Для механизации этих операций используют устройства, обеспечивающие позиционирование или перемещение изделия, а также инструмента (сварочной головки) относительно изделия.

Контрольные вопросы:

1. Каково назначение прихваток при сборке и чем определяются требования к их постановке?
2. Какие требования необходимо обеспечить для качественного и производительного выполнения сварочной операции?

Лекция № 5

Приспособления и установки для сборки и сварки

План:

- 5.1. Виды сборочного оборудования
- 5.2. Классификация механического сварочного оборудования
- 5.3. Последовательность проектирования приспособлений

5.1. Виды сборочного оборудования

Характерны следующие виды сборочного оборудования:

1. Сборочные кондукторы, имеющие жесткое основание в виде рамы или плиты, на которой размещены установочные и зажимные элементы (рис. 5.1, а).

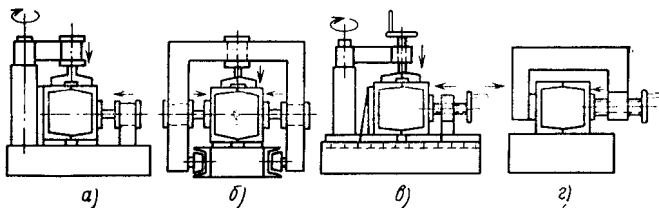


Рис. 5.1. Типы сборочного оборудования:

- а — кондуктор; б — стенд с передвижным порталом; в — сборно-разборное приспособление; г — переносное приспособление (струбцина)

2. Сборочные стенды, где неподвижное основание с установочными и зажимными элементами дополнительно оснащено передвижными устройствами (рис. 5.1, б).

3. Универсально-сборочные приспособления (УСП), имеющие основание в виде плиты с Т-образными пазами для размещения и закрепления набора установочных и зажимных элементов в соответствии с конфигурацией собираемого изделия (рис. 5.1., в)

4. Переносные приспособления (стяжки, трубки, распорки и др.), применяемые главным образом при монтаже крупных изделий (рис. 5.1, г).

Основными видами оборудования для перемещения изделий являются универсальные сварочные вращатели, кантователи, роликовые вращатели (рис. 5.2).

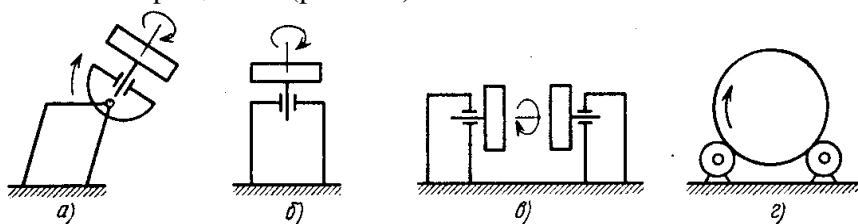


Рис. 5.2. Схемы устройств для позиционирования свариваемых изделий:

а — универсальный вращатель; б — вращатель; в — кантователь; г — роликовый вращатель.

Выбор типа и размеров такого оборудования определяется конструкцией выпускаемых изделий, их массой и размерами. Для перемещения сварочных аппаратов служат колонны, тележки и направляющие устройства. Большинство колонн поворотные, они имеют консоли для самоходных сварочных аппаратов. Тележки наряду с маршевой скоростью для обеспечения позиционирования сварочного аппарата могут иметь сварочную скорость для его перемещения. Велосипедные и гусеничные тележки монтируют из колонн (рис. 5.3, а—в). Портальные тележки (рис. 5.3, г) используют в основном при сварке цилиндрических изделий.

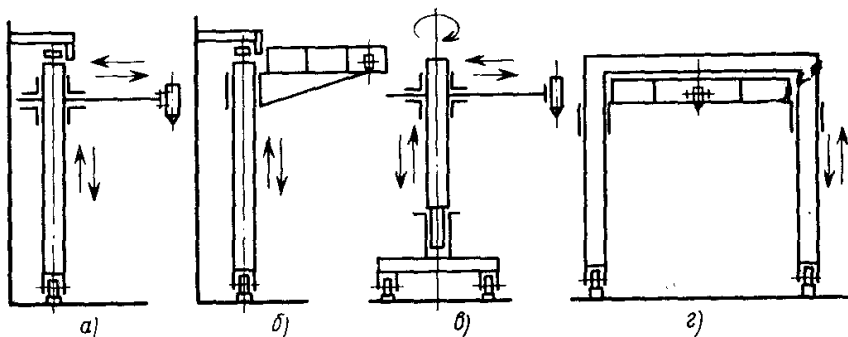


Рис. 5.3. Схемы тележек для сварочных аппаратов:
а, б — велосипедные; в — глагольные; г — порталные

5.2. Классификация механического сварочного оборудования

При выборе конструктивной схемы сборочного или сварочного приспособления необходимо предусмотреть возможность механизации или автоматизации сварочных операций; оперативность и надежность базирования и закрепления деталей или изделия; удобство выполнения сборочных и сварочных операций. Классификация приспособлений приведена на рис. 5.4.

5.3. Последовательность проектирования приспособлений

Перечень необходимых сборочных и сварочных приспособлений составляют в процессе разработки технологии изготовления сварной конструкции. При этом нужно установить, какие из приспособлений имеются в наличии или могут быть получены в готовом виде, а какие необходимо дополнительно разработать и изготовить. Обычно применение приспособлений имеет цель не только улучшить качество выпускаемых изделий, но и снизить себестоимость продукции. Поэтому целесообразность проектирования и изготовления приспособлений должна быть экономически обоснована.

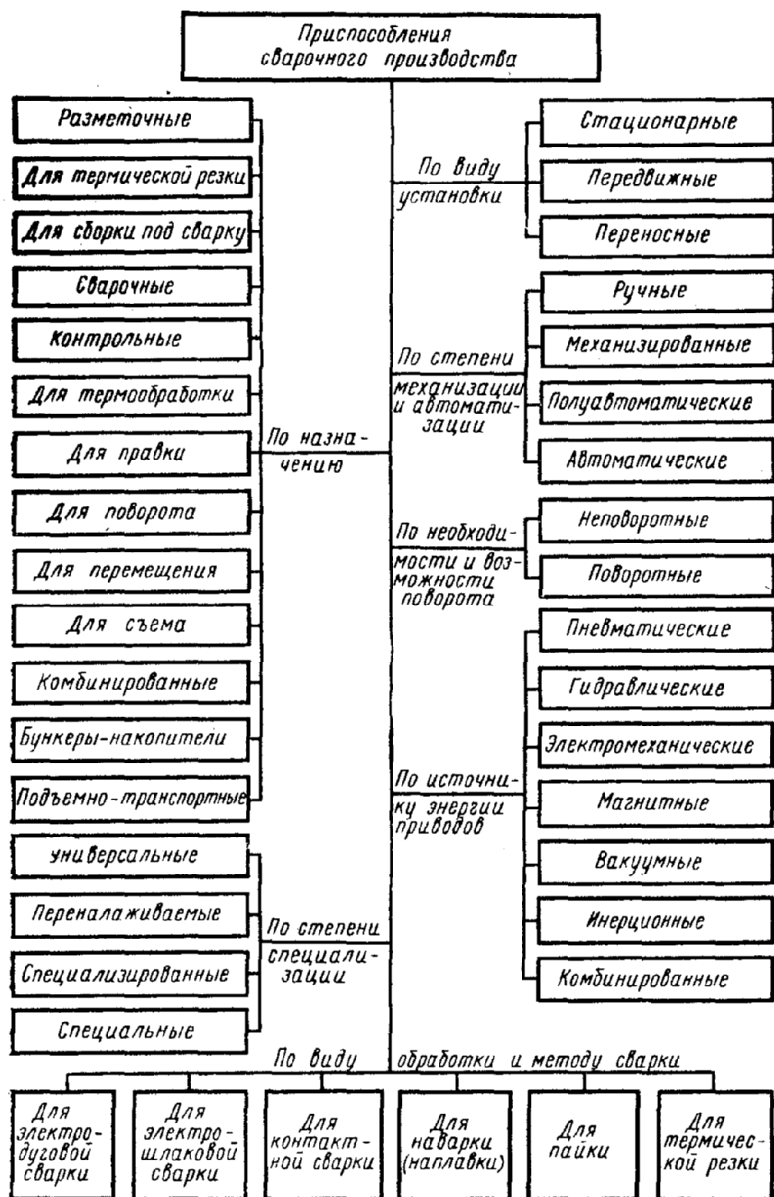


Рис. 5.4. Классификация механического сварочного оборудования

Расчету сборочных и сварочных устройств на прочность и жесткость должен предшествовать анализ силового взаимодействия изделия и приспособления. Результатом такого анализа в общем случае может быть определение усилий, необходимых, во-первых, для ограничения перемещений, возникающих в результате деформирования изделия в процессе сварки и последующего остывания. Во-вторых, для подгибки элементов при сборке с целью плотного прижатия сопрягаемых деталей и устранения местных зазоров. В-третьих, для предварительного деформирования изделия с целью компенсации остаточных сварочных деформаций (если это входит в задачу разрабатываемого приспособления).

Применительно к частным случаям проектирования можно рекомендовать следующее.

1. Для сборочного приспособления необходимо учитывать массу приспособления и изделия, а также усилия от прижимов. Должна быть обеспечена прочность конструкции приспособления, а искажения базовых размеров ограничены в пределах заданных допусков. Если в процессе сборки изделие подвергается кантовке, то расчет необходимо производить для наиболее неблагоприятного положения с учетом усилий от механизма вращения. В сборочном приспособлении усадочные силы от прихваток малы и в расчетах на прочность ими можно пренебречь. Перемещения от прихваток также невелики, но они могут вызвать заклинивание собранного узла в приспособлении, что необходимо исключить.

2. Многие сборочно-сварочные или сварочные приспособления не предназначены для уменьшения деформаций от сварки и не испытывают каких-либо существенных воздействий со стороны деталей в процессе сварки и после нее. Для них необходимо лишь облегчить извлечение изделия из приспособления, если после сварки оно утратило первоначальную форму.

3. Часть приспособлений, даже не предназначенных для борьбы с деформациями, в силу своих конструктивных особенностей испытывают силовые воздействия со стороны свариваемого изделия. В этом случае необходимо, чтобы совместная деформация изделия с приспособлением не вызывала в последнем пластических деформаций. Такая ситуация возникает редко, и расчет в таком случае выполняется следующим образом.

Вначале определяют перемещения (временные или остаточные) изделия от сварки в предположении его свободного деформирования. Затем в местах тех опорных баз приспособления, которые препятствуют перемещениям изделия, необходимо приложить к изделию и к приспособлению равные по значению, но противоположные по направлению силы и (или) моменты. Затем найти силы и моменты в этих местах из условия, что сумма абсолютных значений перемещений приспособления и изделия от сил и моментов равна перемещениям изделия от сварки в свободном состоянии. Найденные силы и моменты являются расчетными для приспособления.

4. Некоторые приспособления предназначены для уменьшения сварочных деформаций изделия. Следует, однако, иметь в виду, что предотвратить продольное и поперечное сокращения зоны сварного соединения обычно не удастся из-за огромных сил, возникающих в приспособлении. Можно предотвратить изгиб, выход из плоскости. В этом случае могут быть предложены следующие расчетные варианты:

а) приспособление предназначено для жесткой фиксации деталей при сварке, предварительная деформация изделия перед сваркой не предусматривается. Если приспособление предназначено для уменьшения временных перемещений и не исключена возможность остывания изделия в приспособлении, то его следует рассчитывать, как рассмотрено выше;

б) приспособление предназначено для предварительного упругого изгиба изделия с целью некоторой или полной компенсации последующих сварочных деформаций. Возникающие в приспособлении силы и моменты складываются из:

- силовых воздействий на изделие при его предварительном деформировании; они определяются обычным путем по значению предварительного изгиба изделия и его жесткости;

- силовых факторов, проявляющихся дополнительно вследствие усадки.

в) приспособление предназначено для предварительного пластического изгиба изделия с целью компенсации последующих сварочных деформаций. Расчетными для приспособления являются силы и моменты, за счет которых достигается пластический изгиб изделия. Если пластически деформируются отдельные маложесткие части изделия и силы, необходимые для пластической деформации этих деталей относительно невелики,

то ими можно пренебречь, а в качестве расчетных принимать силы и моменты, вызываемые перемещениями изделия при сварке.

5. Если изделие, закрепленное в жестком приспособлении, подвергается вместе с приспособлением последующей термообработке для снятия остаточных напряжений и устранения сварочных деформаций, то расчетными силами для приспособления являются те, которые необходимо приложить к невыправленному изделию, чтобы придать ему нужную форму. Их находят обычным путем по значению изгиба изделия при закреплении и его жесткости. Последующий нагрев и пребывание в печи не вызовут значительных изменений формы и размеров, которые были у изделия.

Контрольные вопросы:

1. В чем различие между сборочными и сварочными приспособлениями?
2. Какие требования по жесткости и прочности предъявляются к приспособлениям для сборки и сварки?

Лекция № 6

Выполнение сборочных и сварочных операций с использованием робототехники

План:

- 6.1. Общие сведения о промышленных роботах, используемых в сварочном производстве
- 6.2. Системы управления манипулятора робота
- 6.3. Инструмент, закрепляемый на руке робота

6.1. Общие сведения о промышленных роботах, используемых в сварочном производстве

Традиционные методы механизации и автоматизации производства, основанные на использовании поточных в автоматических линий, а также различных специализированных установок в приспособлений, эффективно используются главным образом в условиях крупносерийного производства. В то же время основная масса сварных изделий выпускается в условиях серийного и мелкосерийного производств, где осуществить

комплексную механизацию и автоматизацию традиционными методами обычно не удается, следствием чего является низкая производительность и большие затраты ручного труда.

Существенное сокращение ручного труда при выполнении сборочно-сварочных операций возможно при использовании робототехники. Универсальность роботов с шестью степенями подвижности (рис. 6.1) дает возможность автоматизировать любые операции, выполняемые рукой человека, а быстрота перестройки технологического процесса позволяет обеспечить ту гибкость, которую сегодня имеют только производства, обслуживаемые человеком.

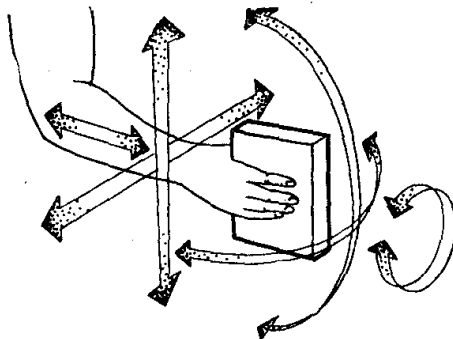


Рис. 6.1. Шесть степеней подвижности руки человека

Промышленные роботы (ПР), применяемые в сварочном производстве, обычно являются универсальными, пригодными для выполнения сборочных, сварочных, а также транспортных операций при изготовлении разнообразных конструкций. Их технологические возможности характеризуются следующими параметрами: кинематическая схема, грузоподъемность и число степеней подвижности; форма и размеры рабочей зоны; точность позиционирования; характер привода и тип системы управления.

На рис. 6.2 показаны прямоугольная, цилиндрическая, сферическая и шарнирная системы координат ПР, которые характеризуют три основные степени подвижности, обеспечивающие транспортирование инструмента.

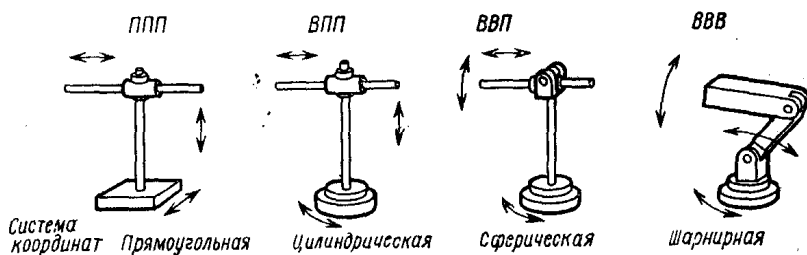


Рис. 6.2. Кинематическая структура промышленных роботов:

В — вращение; П — поступательное движение

В дополнение к этим трем кинематические схемы ПР (рис. 6.3, а—г) предусматривают дополнительные степени подвижности, обеспечивающие ориентирование инструмента.

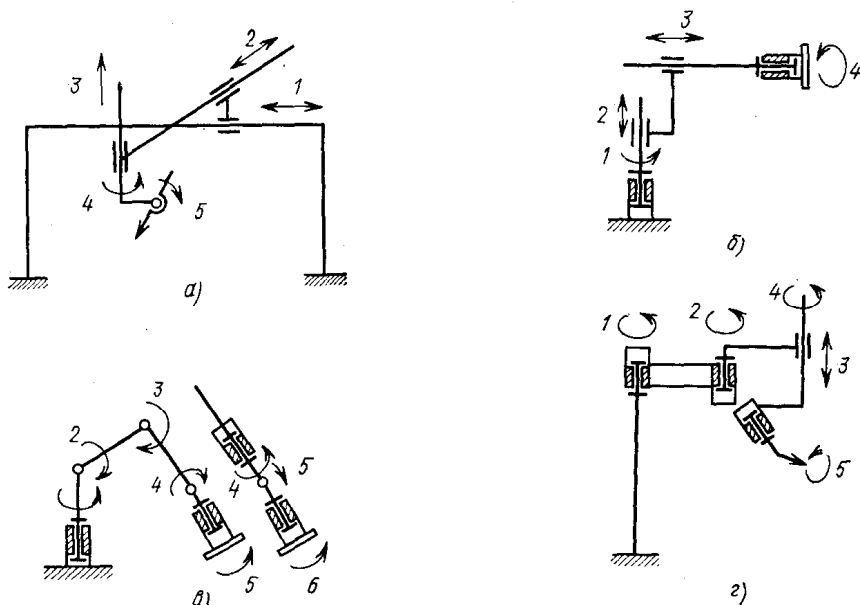


Рис. 6.3. Кинематические схемы ПР, используемых в сварочном производстве:

а — прямоугольная; б, г — цилиндрические; в — шарнирная

Так, прямоугольная кинематическая схема (рис. 6.3, а) включает три основных поступательных перемещения и два дополнительных вращательных. Цилиндрическая схема (рис. 6.3, б) имеет одно вращательное и два поступательных перемещения в качестве основных и одно дополнительное вращательное. Другая цилиндрическая схема (рис. 6.3, г) включает два вращательных и одно поступательное перемещение в качестве основных и два вращательных дополнительных. Шарнирная кинематическая схема (рис. 6.3, в) имеет три основных и два или три дополнительных вращательных перемещения. Цифрами на рисунке обозначены номера перемещений, характеризующих степени подвижности робота.

Роботы, предназначенные для выполнения сборочных и транспортных операций, нередко могут обходиться меньшим числом степеней подвижности (три, четыре), что позволяет использовать более простую кинематическую схему, например, цилиндрическую, предусматривающую сочетание линейных и вращательных перемещений (рис. 6.3, б).

К ПР, предназначенным для дуговой сварки, предъявляются требования высокой жесткости конструкции, отсутствия люфтов, минимальных значений трения покоя и неравномерности движения. Это вызвано недопустимостью рывков и паразитных колебаний горелки, высокими требованиями к точности поддержания заданной скорости движения в диапазоне медленных перемещений (порядка 1 мм/с), а также высокими значениями максимальных скоростей холостых движений (1000 мм/с). Этим требованиям в наибольшей степени отвечают компактные ПР с кинематической схемой шарнирного антропоморфного типа, которые при малой грузоподъемности обладают хорошими манипуляционными возможностями и высокими скоростями холостых перемещений.

Шарнирную кинематическую схему (рис. 6.3, в) используют и в ПР для контактной сварки, однако в этом случае конструкция робота должна обладать существенно большей грузоподъемностью, чем при дуговой сварке.

В ПР применяют пневматический, гидравлический и электромеханический приводы. Пневмопривод конструктивно прост, однако при его использовании требуемые перемещения инструмента (углы поворота, длину хода) приходится задавать перестановкой упоров, т. е. по каждой степени подвижности

задаются только два положения. Гидравлический привод позволяет управлять перемещением инструмента, но наличие гидросистемы с высоким давлением масла несет угрозу появления течи вследствие нарушения герметичности в процессе эксплуатации. Электропривод требует использования сложных безлюфтовых редукторов, но зато он проще в обслуживании и обеспечивает высокое быстродействие и точность. Поэтому этот тип привода в настоящее время используют, как правило, в сварочных роботах.

6.2. Системы управления манипулятора робота

Системы управления манипулятора (робота), несущего инструмент, могут быть цикловые, позиционные и контурные. Выбор системы управления определяется назначением робота.

Наиболее простая **цикловая система** управления предназначена для выдачи ряда команд в определенной последовательности, но без регламентации перемещения по каждой из осей. Цикловая система является простейшим случаем позиционной системы с минимальным количеством позиций, программируемых по каждому перемещению (обычно две — начальная и конечная). ПР с цикловым управлением применяют в основном при сборке деталей, при погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работах, при этом широко используют пневмопривод.

Позиционная система управления задает не только последовательность команд, но и положение всех звеньев ПР, ее используют для обеспечения сложных манипуляций с большим количеством точек позиционирования. При этом траектория инструмента между отдельными точками 1 в 2 (рис. 6.4, а) не контролируется и может отклоняться от прямой, соединяющей эти точки. Однако завершение перемещения в точке 2 обеспечивается с заданной точностью.

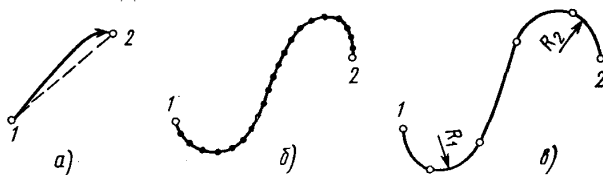


Рис. 6.4. Приемы введения программы при обучении робота в зависимости от системы управления:

а — позиционная; б — многопозиционная; в — контурная

Систему называют однопозиционной, если она предусматривает остановку инструмента в конце каждого отдельного перемещения; используют в ПР, предназначенных для конкретной сварки, а также для выполнения сборочных или транспортных операций. Многопозиционная система управления позволяет проходить промежуточные точки без остановки с сохранением заданной скорости. При достаточной частоте промежуточных точек (рис. 6.4, б) такая система управления способна обеспечить передвижение инструмента по заданной траектории и поэтому может использоваться в ПР для дуговой сварки. Однако в этом случае введение программы в память робота требует значительных затрат времени.

Контурная система управления задает движение в виде непрерывной траектории, причем в каждый момент времени определяет не только положение звеньев механизма, но и вектор скорости движения инструмента. Поэтому движение инструмента по прямой линии или по окружности требует задания всего двух точек в первом случае и трех точек — во втором. Это позволяет интерполировать отдельные участки траектории отрезками прямых и дугами окружности, что существенно сокращает время обучения робота (рис. 6.4, в). Поэтому, как правило, применяют контурную систему управления в ПР для дуговой сварки, хотя она сложнее и дороже позиционной.

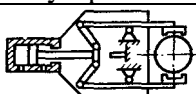
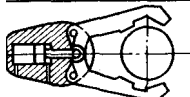
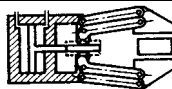
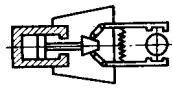
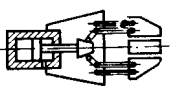
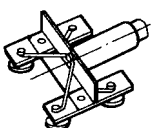
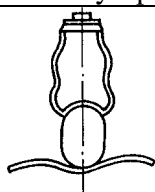
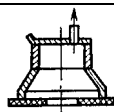
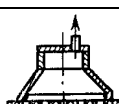
6.3. Инструмент, закрепляемый на руке робота

Промышленный робот чаще всего является манипулятором инструмента. В зависимости от его функционального назначения на руке робота закрепляют захватное устройство, сварочные клещи для контактной сварки, горелку для дуговой сварки, резак и др.

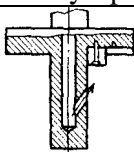
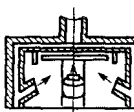
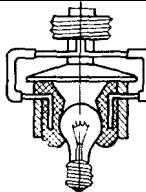
Захватные устройства (ЗУ) предназначены для надежного захвата и удержания объекта, а также его позиционирования в процессе выполнения транспортной или сборочной операции. По принципу действия они могут быть механическими, магнитными, вакуумными, струйными, эластично-охватывающими и др. (табл. 6.1).

Таблица 6.1.

Схема захватных устройств

№	Тип захвата	Схема захвата	Область применения
Механические захватные устройства (рычажные)			
1	Рычажный		Для плоских и цилиндрических жестких деталей
2	Кулисно-рычажный		
3	Реечно-рычажный		
4	Клино-рычажный		
5	Клино-рычажный с плоскопараллельным перемещением губок		
Магнитные захватные устройства			
1	Плоский электромагнитный		Для ферромагнитных деталей
Вакуумные захватные устройства			
1	Амортизирующий индивидуального захвата объектов		Для легко деформируемых и хрупких деталей различной конфигурации
2	Индивидуального захвата объектов		
3	Группового захвата объектов		

Продолжение таблицы 6.1.

Струйные захватные устройства			
1			Для плоских деталей со сквозным отверстием
2			Для плоских деталей произвольной формы
Эластично-охватывающие захватные устройства			
1			Для хрупких легко деформируемых деталей (объемных)

Неуправляемые механические захватные устройства в виде пинцетов и цанг (рис. 6.5) наиболее просты; усилие зажатия в них реализуется за счет упругих свойств зажимающих элементов.

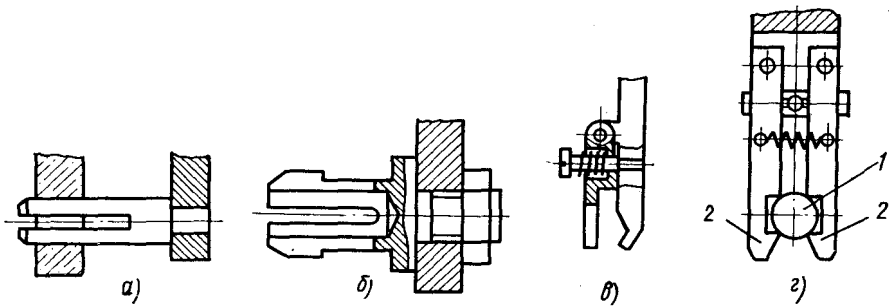


Рис 6.5. Неуправляемые механические захватные устройства (ЗУ) в виде:

а — пинцетов, валиков б — цанговых втулок; в — клещей; г — двух подвижных губок;

1 — заготовка; 2 — рабочие элементы ЗУ

Такие захваты применяют при манипулировании объектами небольшой массы. Более широко используют командные

механические захватные устройства клещевого типа. Движение зажимающих губок чаще всего обеспечивают с помощью передаточного механизма (рычажного, реечного, клинового) от пневмопривода. В зависимости от формы, размеров и массы объекта используют весьма разнообразные формы зажимных губок и схемы передаточных механизмов, обеспечивая при этом требуемую надежность захвата и точность позиционирования.

Более универсальны магнитные и вакуумные захватные устройства. Электромагнитные устройства способны обеспечить большую силу притяжения на единицу поверхности. При использовании постоянных магнитов необходимы специальные устройства для освобождения объекта. В отличие от магнитных вакуумные захватные устройства могут захватывать и немагнитные материалы. Основными элементами вакуумных устройств являются присоски и оборудование для создания вакуума. Наиболее просто разрежение получают с помощью эжектора от заводской сети сжатого воздуха. При этом сила захвата на единицу площади присосок оказывается ограниченной, а из-за эластичности присосок точность позиционирования — невысокой.

Струйные захватные устройства обеспечивают групповой захват плоских деталей.

Эластично-охватывающие захватные устройства используют применительно к хрупким изделиям (рис. 6.6).

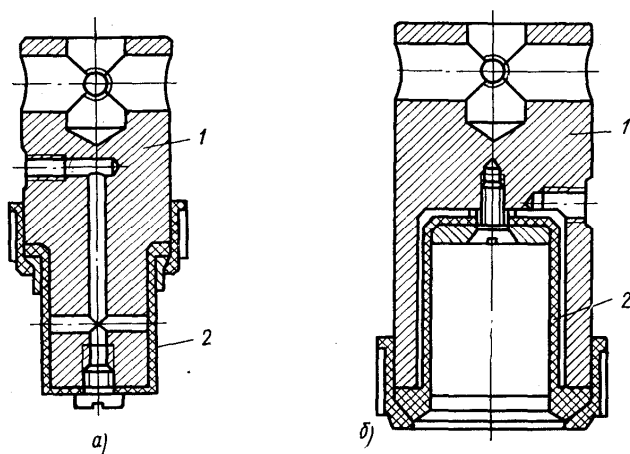


Рис. 6.6. Центрирующие ЗУ с расширяющимися эластичными камерами

Подачей сжатого воздуха через отверстия в корпусе 1 камера 2 раздувается и обеспечивает захват объекта за внутреннюю или внешнюю поверхность.

Требования к сварочному оборудованию, используемому при роботизированной сварке, определяются следующими соображениями.

При изготовлении сварных конструкций с помощью контактной точечной сварки оптимальными объектами роботизации являются тонколистовые и каркасно-решетчатые конструкции: двери, кузова легковых и кабины грузовых автомобилей, панели кузовов пассажирских вагонов и др. В качестве инструмента используются сварочные клещи, которые робот перемещает относительно изделия.

Наибольший интерес представляет использование роботов для дуговой сварки. Для обеспечения длительной безотказной работы и поддержания стабильного качества сварки используют специализированные комплекты сварочной аппаратуры:

- источники питания, обеспечивающие безотказное возбуждение и стабильное горение дуги;
- барабаны большой массы с тщательно намотанной омедненной присадочной проволокой;
- безотказные устройства подачи присадочной проволоки, исключающие блуждание конца электрода на выходе из сопла горелки;
- устройства для автономного охлаждения горелки, зачистки ее сопла, откусывания конца проволоки;
- датчики наличия воды, проволоки, точности положения горелки.

Робот может манипулировать не только захватным устройством или сварочной горелкой, но и другими видами инструмента — резаком, абразивным инструментом, распылителем краски, искателем ультразвукового дефектоскопа и др.

6.4. Манипулятор изделия, управляемый роботом

В процессе выполнения сборочно-сварочных операций робот, как манипулятор инструмента, обычно взаимодействует с манипулятором изделия, позволяющим производить сварку всех швов в наиболее удобном пространственном положении при обеспечении доступа горелки к этим швам.

Манипулятор изделия как бы дополняет степени подвижности робота, работает с ним по единой программе, управление осуществляется от той же системы. Это предопределяет ограничения на допустимые погрешности позиционирования манипулятора в пределах десятых долей миллиметра, практически такие же, как и для механизма робота. В зависимости от размеров, массы и конструктивных особенностей свариваемого изделия изменяются и требования к количеству степеней подвижности и грузоподъемности манипулятора.

Широта диапазона таких требований заставляет использовать модульный принцип построения манипуляторов (рис. 6.7).

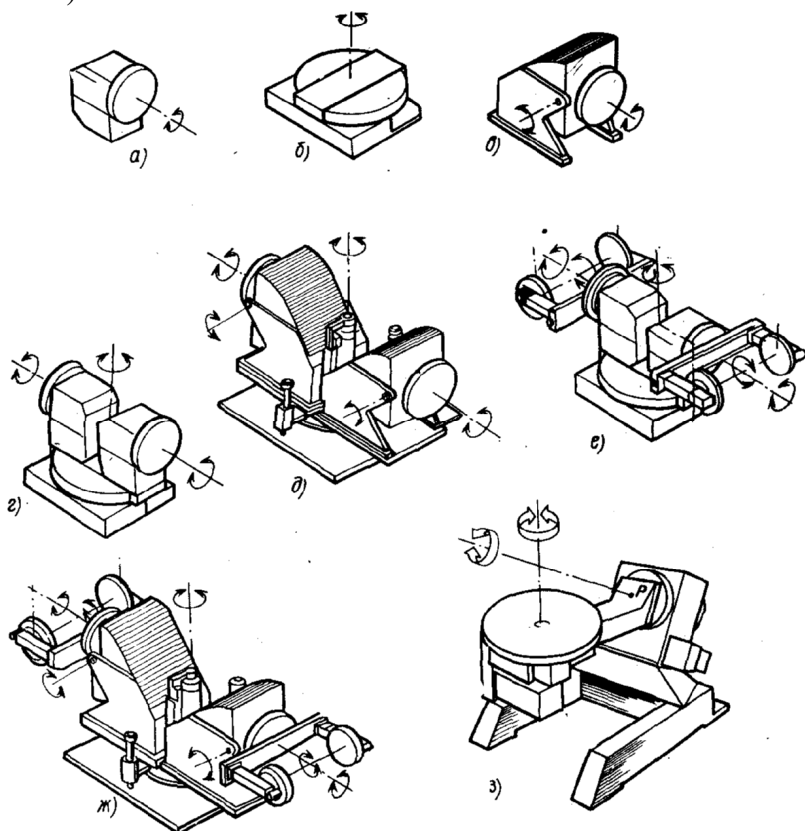


Рис. 6.7. Модульный принцип компоновки манипуляторов с различным числом степеней подвижности

Простейшие модули (рис. 6.7, а, б) обеспечивают вращение изделия относительно горизонтальной или вертикальной оси либо дополнительное изменение оси вращения (рис. 6.7, в). Установка модулей (рис. 6.7, а, в) на поворотный стол (рис. 6.7, б) позволяет передавать изделие, закрепленное на планшайбе, с одной позиции на другую (рис. 6.7, е, д). Использование траверсы со стойками и механизмом вращения, закрепленной на планшайбе манипулятора (рис. 6.7, е, ж), не только создает дополнительную степень подвижности, но и позволяет между дисками стоек закреплять изделие более значительных размеров. В зависимости от характера выполняемой операции (сборочной, сварочной) на планшайбе манипулятора устанавливают либо сборочный кондуктор, либо приспособление для закрепления свариваемого изделия. При этом ось вращения (рис. 6.7, з) нередко располагают таким образом, чтобы она проходила вблизи центра тяжести изделия, закрепленного на планшайбе.

Контрольные вопросы:

1. Какие кинематические схемы используются в ПР?
2. Назовите характерные типы устройств для захвата деталей и заготовок.
3. Чем определяются требования к сварочному инструменту ПР?
4. В чем заключается модульный принцип компоновки манипуляторов изделия, управляемых ПР?

Лекция № 7

Типовые схемы робототехнических комплексов и их оснастка

План:

- 7.1. Робототехнические комплексы с участием рабочего-сборщика
- 7.2. Робототехнические комплексы без участия рабочего-сборщика

7.1. Робототехнические комплексы с участием рабочего-сборщика

Сварочный РТК включает автоматический манипулятор инструмента, систему управления всем комплексом, позиционер

(манипулятор изделия) и сварочное оборудование, сопряженное с системой управления РТК.

Операцию сборки узла под дуговую сварку обычно выполняет человек. Совмещение работ человека и ПР во времени обеспечивается наличием двухпозиционного поворотного стола (рис. 7.1, а) либо двух отдельных манипуляторов изделия (рис. 7.1, б). При сборке и сварке простых узлов небольших размеров и массы обычно используют схему первого типа.

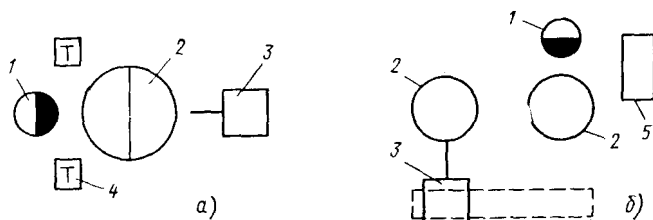


Рис. 7.1. Схемы РТК для дуговой сварки с одним (а) и двумя (б) манипуляторами изделия:

1 — оператор — человек; 2 — манипулятор изделия; 3 — робот; 4 — тара; 5 — сборочный стеллаж

Так, сборка трубы 1 с листовым фланцем 3 (рис. 7.2, а) выполняется в приспособлении 4, закрепленном на поворотном столе 5.

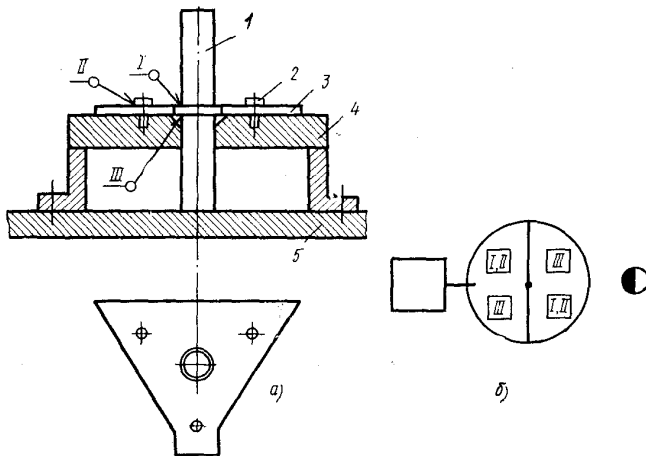


Рис. 7.2. Сборка и сварка фланца с трубой:
а — приспособление; б — схема расположения приспособлений на поворотном столе

Точность позиционирования мест укладки угловых швов I...III обеспечивается сверлением отверстий во фланце по кондуктору и соответствием их расположения с отверстиями в приспособлении 4. На каждой позиции двухпозиционного поворотного стола закреплены два приспособления (рис. 7.2, б). На позиции сварки робот на первом приспособлении выполняет швы I и II, на втором — шов III. Соответственно на позиции сборки оператор-человек снимает с одного приспособления полностью сваренный узел и на его место с переворотом устанавливает под сварку шва III узел с другого приспособления, где были выполнены швы I и II. Затем на освободившееся место оператор укладывает фланец 3 и фиксирует его положение установкой трубы 1 и болтов 2 под сварку швов I и II.

По сравнению с рассмотренным выше примером организация РТК для сборки и сварки поперечины рамы грузового автомобиля оказывается сложнее. Балка сваривается односторонними стыковыми швами из двух гнутых швеллеров, кронштейны в виде стальных отливок привариваются угловыми швами. Широкий допуск на размеры заготовок затрудняет точное позиционирование мест укладки швов, а их пространственное расположение требует манипулирования изделием в процессе выполнения сборно-сварочной операции. Поэтому поворотный стол РТК в этом случае оснащен двумя вращателями с наклоняющимися планшайбами (рис. 7.3), к которым закреплены сборочные приспособления. Полный цикл изготовления поперечины осуществляется за два поворота стола.

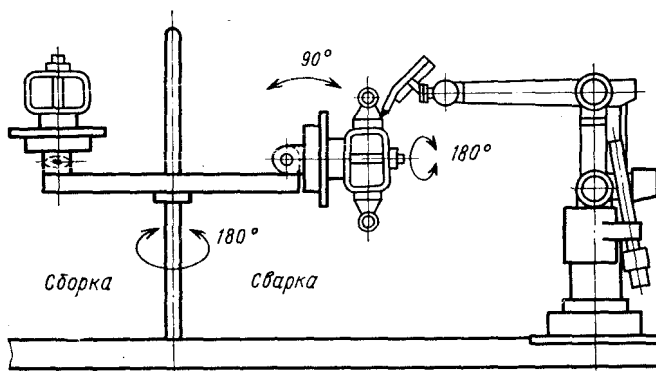


Рис. 7.3. Схема РТК для сборки и сварки поперечины рамы грузового автомобиля

Для сборки и дуговой сварки крупных, а также тяжелых узлов и изделий используют главным образом схему РТК второго типа с двумя манипуляторами изделия (рис. 7.4, а).

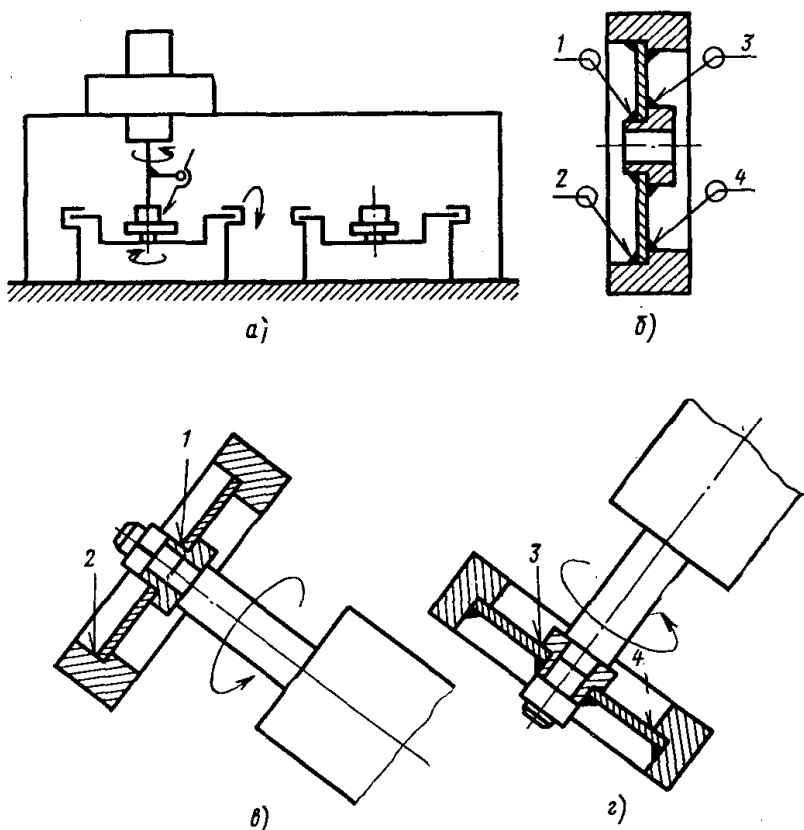


Рис. 7.4. РТК для сварки шестерен большого размера:
 а — схема РТК с двумя манипуляторами изделия; б — конструкция шестерни; в, г — позиционирование при сварке

Примером изделия, свариваемого на РТК такого типа, может служить шестерня большого размера (рис. 7.4, б). Для роботизированной дуговой сварки конструкция шестерни весьма технологична, поскольку имеется осевая симметрия расположения швов и все заготовки подвергаются механической обработке. Это

позволяет обеспечить точную сборку с минимальными зазорами, что гарантирует малые погрешности позиционирования сварных соединений под сварку. Значительная жесткость собранного на прихватках изделия ограничивает погрешности, связанные с перемещениями, вызываемыми процессом сварки. Для сварки такой шестерни целесообразно использовать ПР портального типа с двумя манипуляторами, имеющими две взаимно перпендикулярные оси вращения (рис. 7.4, а). Оператор может выполнять сборку шестерни на отдельном рабочем месте и только затем устанавливают ее на манипулятор под сварку. В это время на втором манипуляторе осуществляется сварка угловых швов в положении «в лодочку» при вращении изделия (рис. 7.4, в, г).

Рассмотренные выше примеры использования схемы РТК, предусматривающей выполнение сборочной операции человеком, а сварочной — роботом, является не только универсальной, т. е. пригодной для разных типов производства, но и гибкой, что особенно важно применительно к мелкосерийному производству. В последнем случае возможность организации гибкого производства с переходом от выпуска одного типоразмера изделия к другому облегчается тем, что переналадка РТК ограничивается заменой сборочного приспособления и управляющей программы, тогда как заготовки на сборку по-прежнему подаются в стандартных контейнерах.

При использовании схем РТК с участием рабочего-сборщика работа робота непосредственно связана с работой человека. Отсюда снижение темпа к концу рабочего дня, остановка на обед, естественные надобности и др.

7.2. Робототехнические комплексы без участия рабочего-сборщика

Организация РТК без человека-сборщика требует организации подачи заготовок к РТК с помощью магазинных или бункерных питателей. Конструктивное оформление таких питателей носит, как правило, индивидуальный характер и не поддается переналадке, что практически исключает их использование в условиях мелкосерийного производства. Поэтому схемы РТК (рис. 7.5, а), где сборку осуществляет робот, представляют интерес главным образом для крупносерийного производства.

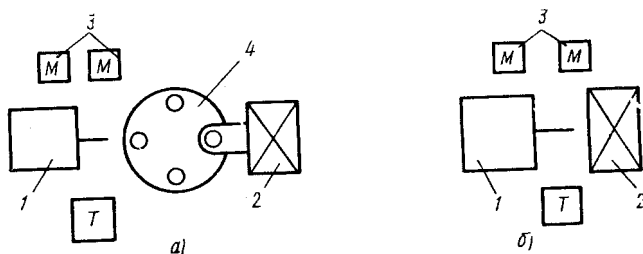


Рис. 7.5. Схемы РТК без участия человека:

1 — робот-сборщик; 2 — автоматическая сварочная установка или робот-сварщик; 3 — магазинные или бункерные питатели; 4 — поворотный стол; Т — тара для сваренных деталей

Так, на основе схемы (рис. 7.5, а) выполняются сборка и дуговая сварка заготовки кулачковой муфты (рис. 7.6, а) из двух заготовок цилиндрической формы (рис. 7.6, б).

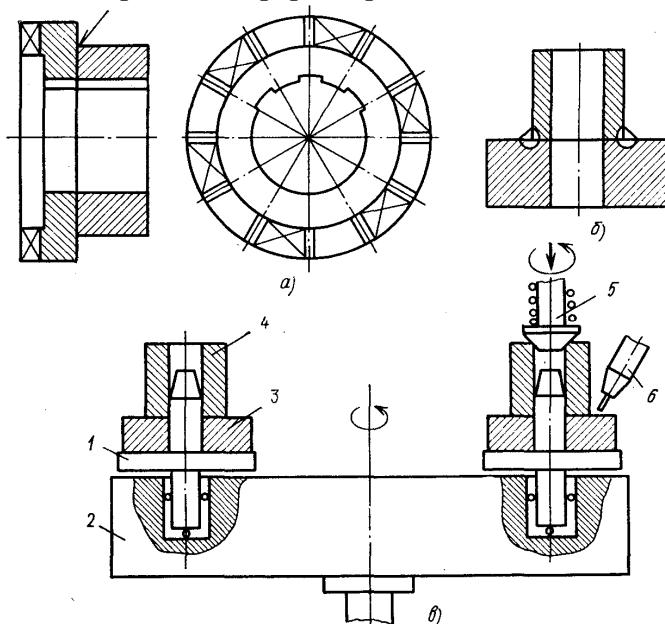


Рис. 7.6. Автоматическая сборка и сварка двух заготовок:

а — деталь; б — сварная заготовка детали; в — позиции сборки и сварки на поворотном столе

На каждой позиции поворотного стола 2 (рис. 7.6, в) располагается конусная оправка 1, закрепленная в подшипниках. Робот-сборщик последовательно захватывает из магазинных накопителей детали 3 и 4, подлежащие сборке, и одну за другой устанавливает их на конусную оправку 1. Поворотный стол 2 подает собранную деталь на позицию сварки к дуговой установке для выполнения кругового шва. Подпружиненный шпиндель 5 этой установки опускается вниз, прижимается к заготовкам 3 и 4, выбирая зазор между ними, и приводит их во вращение со сварочной скоростью. Опущенная вместе со шпинделем сварочная головка 6 остается неподвижной, она выполняет круговой шов наклоненным электродом. В это время робот-сборщик на противоположной стороне поворотного стола снимает ранее сваренную деталь и опускает ее в контейнер, а на освободившуюся оправку устанавливает новую пару деталей 3 и 4.

Схема РТК на рис. 7.5, б отличается от схемы на рис. 7.5, а отсутствием поворотного стола, в этом случае робот-сборщик взаимодействует непосредственно со сварочной установкой. По схеме (рис. 7.5, б) выполнен РТК для сборки и сварки защелки двери кабины грузовой автомашины, свариваемой из двух одинаковых штампованных заготовок. РТК включает робота-сборщика, вибробункерный питатель и контактную сварочную машину. Позиционирование заготовок, движущихся по спирали вибробункера (рис. 7.7, а), обеспечивается сбрасыванием обратно в чашу бункера тех заготовок, которые располагаются с набеганием в два ряда или ориентированы неправильно. Сброс достигается с помощью выступов на деталь в сборе стенке бункера и вырезов на полке спирали. В конце выходного лотка вибробункера очередная заготовка по команде датчика фиксируется прижимом (рис. 7.7, б). Робот-сборщик с помощью схвата вилочного типа с пластинчатой пружиной (рис. 7.7, в) захватывает первую заготовку, выносит ее, преодолевая силу прижима, и укладывает в ложемент контактной машины. Затем робот захватывает с лотка вторую заготовку и с поворотом на 180° укладывает на первую (рис. 7.7, г). Сварочная контактная машина имеет две пары электродов 1. Сварка двух точек выполняется за один ход верхних электродов, надежность соединения обеспечивается наличием у заготовок рельефных выступов. После сварки деталь приподнимается с ложементов штоком 2 и сдувается сжатым воздухом в контейнер.

Контрольные вопросы:

1. Опишите схемы сварочных РТК с участием человека и приведите примеры их использования при дуговой сварке.
2. Опишите схемы сварочных РТК с использованием робота-сборщика и приведите примеры применения.

Лекция № 8

Проектирование цехов и участков сварочного производства

План:

- 8.1. Задачи проектирования сварочного производства
- 8.2. Структура предприятия по производству сварных конструкций
- 8.3. Этапы проектирования нового или реконструкции действующего производства

8.1 Задачи проектирования сварочного производства

При проектировании новых или реконструкции действующих сварочных производств основной целью является обеспечение высокого качества выпускаемой продукции, ее малой металлоемкости и себестоимости, конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынке. Для достижения этой цели требуется обеспечить минимальные сроки проектирования, строительства или реконструкции цеха, причем требуемый уровень качества продукции должен обеспечиваться не в результате традиционного длительного совершенствования производства, а главным образом за счет оптимизации непроектных решений. Обязательным требованием является быстрая смена выпускаемой продукции при минимальных дополнительных затратах.

Экономическая эффективность производства существенно зависит от объема выпускаемой однотипной продукции, поскольку высокий уровень концентрации производства позволяет с большей отдачей использовать производственные площади и технологическое оборудование.

Сварочное производство тесно связано с металлургическим, литейным, кузнечно—штамповочным, механосборочным производствами. От них поступают металлы и заготовки, их близкое расположение дает реальные преимущества, позволяя

сократить время на транспортировку. По этим причинам в течение длительного времени стремились к кооперации различных производств в составе одного предприятия. Однако часто оказывалось, что в этом случае собственно сварочное производство не могло быть достаточно крупным.

Опыт последних десятилетий показал, что благоприятные условия для развития сварочного производства создаются либо при кооперации отдельных заводов в составе крупных производственных объединений, либо при концентрации сварочного производства на крупных заводах-центросварах. Первая форма способствует созданию мощных баз по производству сварных конструкций в условиях, когда ведущее положение в объединении занимают заводы, имеющие сильные конструкторские, технологические и исследовательские службы. Это способствует повышению технического уровня продукции на всех заводах объединения. Вторая форма организации сварочного производства это заводы-центросвары, предназначенные для обеспечения сварными конструкциями крупных регионов, причем для ряда отраслей. Помимо основного производства эти заводы должны иметь собственные конструкторские, технологические и научно-исследовательские подразделения, способные обеспечивать разработку и изготовление технологической оснастки, средств механизации, элементов автоматизированного, быстро переналаживаемого, гибкого производства.

8.2. Структура предприятия по производству сварных конструкций

Заводы по производству сварных конструкций, как правило, включают в себя следующие отдельные цеха или участки:

- склад металла;
- заготовительное производство (склад комплектации);
- промежуточный склад заготовок (склад комплектации);
- отделение сборки и сварки узлов конструкции;
- отделение общей сборки и сварки конструкций;
- склад готовой продукции.

В зависимости от конкретных условий производства эти участки могут быть либо самостоятельными подразделениями, либо объединены в состав нескольких или даже одного цеха.

На складе металла, как правило, выделяют участки для хранения металла по типу проката (участки листового проката

толстого и тонкого, профильного проката, труб) и видам заготовок, получаемых с других заводов (отливки, поковки, штамповки). Металл в них поступает либо по железнодорожным путям на платформах, либо подается автотранспортом. Для выполнения погрузочно-разгрузочных работ используют мостовые краны. В составе склада металла целесообразно иметь специализированные участки первичной обработки проката, обеспечивающие выполнение операций расконсервации металла, правки, очистки, грунтовки, маркировки в условиях автоматизированных поточных линий.

Заготовительное производство включает выполнение операций механической и термической резки листового и профильного проката, обработки кромок под сварку, гибки, вальцовки, сверления или пробивки отверстий, штамповки заготовок. При выполнении этих работ широко используют поточные и автоматические линии, специальный транспорт; создают отдельные участки по типам сортамента обрабатываемого металла (участки листового проката различных толщин, участки сортового проката) и по видам технологических процессов (участки термической резки, механической резки, вальцовки, штамповки и др.).

На крупных заводах сварных конструкций, в особенности когда производство имеет мелкосерийный характер, количество заготовок, подаваемых на сборку, может составлять десятки тысяч штук. Существует два способа передачи этих заготовок из заготовительного производства — транзитом или через промежуточный склад.

Транзит более экономичен, однако может быть применим только при четко организованном массовом или крупносерийном производстве, когда все технологические операции жестко связаны во времени (автомобилестроение, сельхозмашиностроение, производство приборов и др.), либо в цехах с небольшим объемом производства.

Наличие склада комплектации (**промежуточного склада**) позволяет осуществлять не только хранение, но и комплектование заготовок с последующей подачей комплекта на сборочно-сварочный участок. Наличие такого склада обеспечивает компенсацию неравномерности запуска в производство отдельных деталей, различной длительности цикла их изготовления в заготовительном отделении, укрупнение размеров партий

одновременно изготавливаемых деталей из конкретного типа проката.

Склад может быть организован при заготовительном или сборочно-сварочном отделениях либо как самостоятельный цех, включающий в себя следующие функции:

- запуск заказов в заготовительные цеха, исходя из сроков изготовления изделий, наличия металла, отливок и поковок;
- приемка поступающих заготовок и контроль за ходом комплектования заказов;
- хранение заготовок;
- комплектование сборочных единиц и подача их на участки сборочно-сварочных цехов.

Для хранения деталей на складе комплектации обычно организуют специализированные участки, оснащенные универсальным или специализированным подъемно-транспортным оборудованием:

- участок тарного хранения мелких деталей из листового или профильного проката, которые размещаются в контейнерах или поддонах на многоярусных стеллажах;
- участок хранения длинных деталей (до 6 м), размещаемых в многоярусных стеллажах непосредственно в ячейках или на поддонах;
- участок напольного хранения длинных заготовок (более 6 м), листовых заготовок больших габаритов.

На каждом участке, как правило, имеются площадки, на которых производится поузловая комплектация заказов.

В отделении сборки и сварки узлов конструкций рабочие места оснащают специализированными или универсальными грузоподъемными устройствами, площадками для размещения заготовок и готовых сварных узлов, а также сборочно-сварочной оснасткой. Целесообразно применение сварочных автоматических установок, роботов и робототехнических комплексов. Наличие большого количества рабочих мест требует хорошей организации внутрицехового и межцехового транспорта. Эффективными могут быть напольные или подвесные конвейеры, в том числе с автоматическим адресованием грузов.

Для **отделений общей сборки** конструкций характерным является своеобразие каждого конкретного производства, определяемое габаритами и сложностью изготавливаемых сварных конструкций, толщинами металла и методами сварки,

серийностью производства. В этом отделении часто выделяют участки контроля, приемки, отделки и консервации продукции. Также могут быть участки испытания конструкций, контрольной сборки и др. Некоторые из этих участков иногда размещают на складе готовой продукции. Готовые сварные конструкции, в особенности больших размеров, нередко поступают не на склад, а в дальнейшее производство (например, при производстве автомобилей, вагонов, сельхозмашин) и только после этого изделия идут на склад готовой продукции и на отправку потребителям.

8.3. Этапы проектирования нового или реконструкции действующего производства

Начальным этапом выполнения проектных работ по созданию нового или реконструкции действующего производства является разработка задания на проектирование. Этот документ должен включать в себя:

- характеристику сварных конструкций, предполагаемых к выпуску на проектируемом производстве с приложением чертежей изделий и технических условий на сборку и сварку;
- годовую программу производства;
- сведения о планируемом производственном кооперировании предприятия, об источниках снабжения металлом, заготовками, энергией, топливом;
- требования по охране окружающей среды;
- характеристику автоматизированных систем управления производством и технологическими процессами.

Проект сварочного цеха состоит из следующих частей: технологической, транспортной, энергетической и строительной.

Технологическая и транспортная части, содержат:

- программу и режим работы каждого отделения цеха;
- качественный и количественный составы используемых материалов, производственного и подъемно-транспортного оборудования;
- расход всех видов энергии;
- состав работающих;
- планы и разрезы цеха с расположением оборудования, рабочих мест и транспортных устройств;
- сводную смету капитальных затрат, включая полную стоимость оборудования и его монтажа;

- сводную смету годовых эксплуатационных расходов;
- технико-экономические показатели проектируемого производства.

Энергетическая часть содержит копию технологического плана цеха с обозначением мест расположения оборудования и указанием его мощности, полный перечень оборудования, его номинальной мощности, а также ведомости с расчетными данными о энергоснабжении цеха.

Разработка **строительной части** выполняется специализированной организацией на основании технического задания, включающего в себя следующую информацию:

- число пролетов и их основные размеры в плане;
- площадь цеха;
- высота пролетов;
- требования к освещенности;
- перечень характеристик кранового оборудования;
- внутрицеховой напольный транспорт.

По всем частям проекта (технологическая, транспортная, строительная) рассматривается несколько возможных вариантов решений. Оценка вариантов и их сопоставление производятся по стоимости строительства или реконструкции и по технико-экономическим показателям удельной производительности на одного рабочего; на 1 м² производственной площади. Практикуется оценка уровня механизации и автоматизации производства по различным методикам. Однако наиболее важной характеристикой проекта и производства является технический уровень выпускаемой продукции, сравнимый с лучшими мировыми образцами. При этом повышение качества и потребительских свойств изделий приводит также к повышению эффективности производства.

Контрольные вопросы:

1. В каких случаях целесообразно создание промежуточных складов в сварочных цехах?
2. Какие преимущества дает организация отдельных производственных участков для выполнения операций сборки узлов и сборка конструкций?
3. Какие задачи решаются при разработке технологического плана цеха на первом этапе проектирования?

Лекция № 9

Проектирование цехов и участков сварочного производства

План:

9.1. Компоновка сварочного цеха с продольным направлением производственного потока

9.2. Компоновка сварочного цеха для производства сложных однотипных конструкций

9.3. Компоновка сварочного цеха с петлевым направлением производственного потока

При разработке плана цеха критерием качества проектного решения является эффективность использования производственных площадей и удобство транспортировки заготовок, узлов и конструкций. На первом этапе разрабатывается технологический план цеха со схемой грузовых и технологических потоков, технологических линий с максимально возможной автоматизацией и механизацией выполнения технологических операций. Опыт проектирования сварочных цехов включает ряд типовых схем планировок.

9.1. Компоновка сварочного цеха с продольным направлением производственного потока

Для мелкосерийного и серийного производств относительно несложных металлоконструкций при небольшой и устойчивой номенклатуре нашла применение схема цеха с продольным направлением производственного потока (рис. 9.1).

Металл со склада поступает в пролеты заготовительного производства I, II, ..., каждый из которых специализирован для обработки металла определенной группы сортамента. Например, в пролете I могут быть размещены технологические линии и отдельное оборудование для обработки тонколистового металла: гильотинные ножницы, гибочные станки, прессовое оборудование для штамповки заготовок и вырубки отверстий, вальцы для изготовления обечаек и др. В пролете II может быть размещено оборудование для обработки металла средних и больших толщин. Здесь могут быть установлены технологические линии термической резки, в которых выполняются операции маркировки, разделительной резки, обработки кромок, удаления грат. Здесь же могут быть расположены гильотинные ножницы и

Преимуществом рассмотренного варианта планировки являются простота и ясность схемы грузопотоков, совпадающие с направлением технологического потока, отсутствие возвратных перемещений грузов. Наличие промежуточного склада заготовок позволяет организовать их компактное хранение, обеспечить автоматизированный учет, транспорт и комплектацию по заказам, обеспечить эффективное использование площадей в последующих пролетах сборки и сварки узлов и конструкций. К недостаткам рассматриваемой схемы следует отнести возможность перемещения изделий, узлов, деталей из одного пролета в другой только в зоне промежуточного склада. Следовательно, технологическое оборудование в каждом пролете должно устанавливаться по принципу технологической необходимости и его загрузка может иногда оказаться низкой.

Рассмотренная схема характерна, например, для вагоностроительных заводов. При этом в каждом пролете сборки узлов и конструкций может быть организовано изготовление различного типа вагонов с размещением соответствующей специализированной сборочно-сварочной оснастки и оборудования.

9.2. Компоновка сварочного цеха для производства сложных однотипных конструкций

Другим характерным примером типовой планировки является схема цеха для крупносерийного производства сложных однотипных сварных конструкций (рис. 9.2).

Основным отличием этой схемы планировки от предыдущей является расположение производства общей сборки конструкций в пролете, поперечном по отношению к пролетам заготовительного производства и пролетам сборки и сварки узлов. При этом целесообразно, чтобы пролеты заготовительного производства и узловой сборки и сварки были специализированы по типам сварных узлов, а также чтобы их взаимное расположение соответствовало очередности поступления этих узлов на общую сборку изделия.

Такая схема облегчает решение транспортных проблем в условиях крупносерийного и массового производств; в условиях поточных, автоматизированных и роботизированных технологических линий, включающих операции заготовительного

производства механической обработки узлов после сварки. Промежуточный склад заготовок, перенесенный к пролету общей сборки, в котором может размещаться главный сборочный конвейер, позволяет создать необходимый запас узлов и деталей для обеспечения непрерывной работы пролета общей сборки при возможных перерывах в работе других пролетов. Такая схема цеха или блока цехов характерна, например, для заводов автомобильного производства.

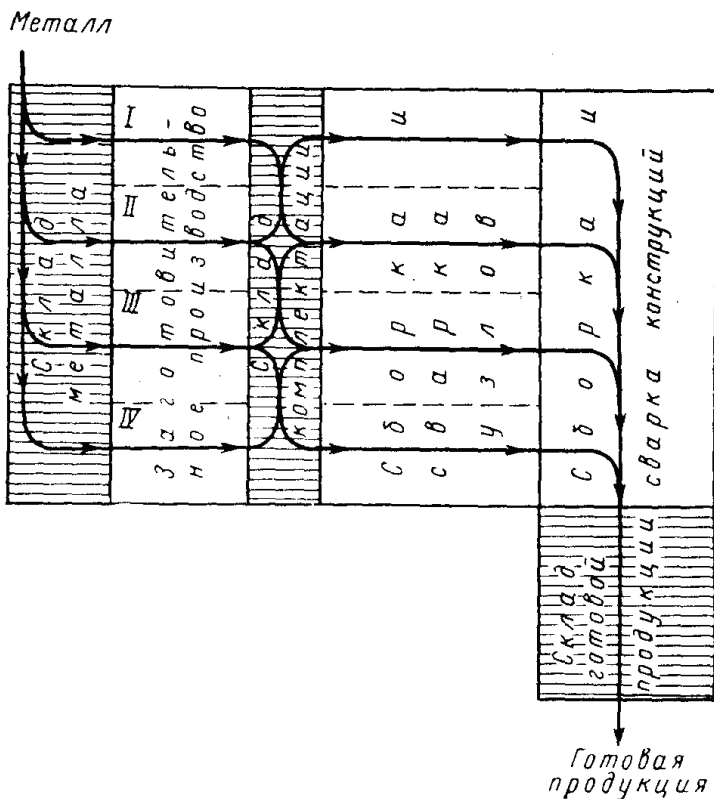


Рис. 9.2. Схема цеха для производства сложных одноптипных конструкций

Рассмотренные типы планировок являются основными и другие варианты, как правило, включают их основные идеи, дополняя своими характерными особенностями.

9.3. Компоновка сварочного цеха с петлевым направлением производственного потока

Схема планировки с петлевым направлением потока (рис. 9.3) позволяет скомпоновать блок цехов более компактно, располагая склады по концам здания. Такое размещение повышает эффективность использования промежуточного склада заготовок, для которого, как правило, требуется большая высота.

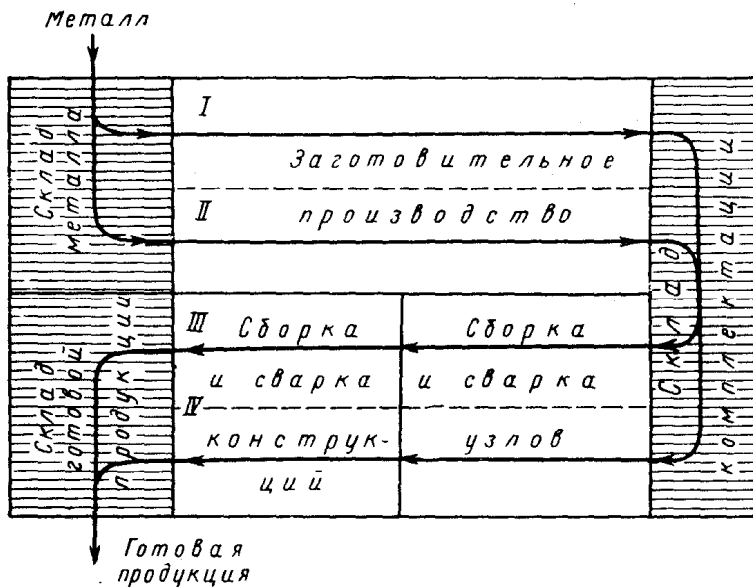


Рис. 9.3. Схема цеха с петлевым направлением производственного потока

Контрольные вопросы:

1. Какие недостатки имеет схема цеха с продольным направлением производственного потока?
2. Какие преимущества имеет схема цеха с петлевым направлением производственного потока?

Лекция № 10

Проектирование цехов и участков сварочного производства

План:

- 10.1. Строительные конструкции промышленных зданий
- 10.2. Планировка размещения оборудования на участках
- 10.3. Автоматизация управления работой сварочного цеха

10.1. Строительные конструкции промышленных зданий

Каркас промышленного здания состоит из несущих и ограждающих конструкций.

Несущие конструкции — это колонны, стропильные и подстропильные фермы, подкрановые балки, прогоны, на которые укладывается настил кровли.

Ограждающие конструкции — это наружные и внутренние стены, перегородки, кровельный настил.

Основные элементы каркаса промышленного здания и его основные параметры показаны на рис. 10.1.

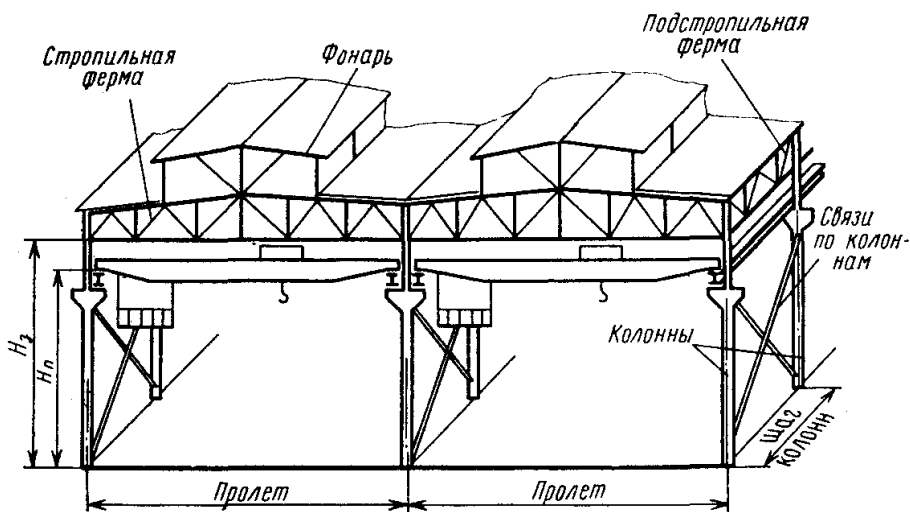


Рис. 10.1. Каркас промышленного здания

Колонны воспринимают нагрузку от каркаса здания, снега и мостовых кранов и через фундамент передают ее на грунт. Расположение осей колонн составляет сетку колонн здания,

являющуюся его основной характеристикой и определяющую производственные возможности цеха.

Колонны одного ряда соединяются между собой **подстропильными фермами**, на которые опираются **стропильные фермы**. Расстояние между осями колонн двух соседних рядов составляет ширину пролета цеха, которая строго нормализована и, как правило, имеет размер 18, 24, 30 или 36 м. Большие размеры пролета расширяют производственные возможности цеха, однако приводят к существенному увеличению массы металлоконструкций здания и его стоимости. В связи с этим применение в проектах пролетов шириной 30 и 36 м требует особого обоснования.

Шаг колонн, как правило, составляет 12 м (редко 6 м). Связи по колоннам воспринимают нагрузку от продольного торможения кранов, ветровую нагрузку и передают её на фундаменты колонн. Фонари обеспечивают естественную вентиляцию в освещении пролетов.

Высоту пролета при отсутствии мостовых кранов (H_3) определяют как расстояние от уровня пола до нижней точки перекрытия (H_n). При наличии мостовых кранов высоту пролета принято определять расстоянием от уровня пола до поверхности головки подкранового рельса. Обоснование выбора высоты пролета требует тщательного учета многих факторов. Увеличение высоты пролета существенно повышает стоимость здания, однако расширяет возможности производства, допуская изготовление крупногабаритных конструкций и создавая существенно большие возможности установки крупногабаритного оборудования, размещение подъемно-транспортного оборудования, напольных и подвесных конвейеров. Создаются более комфортабельные условия для производственных рабочих, расширяются возможности реконструкции производства.

При расчете определяют либо необходимую высоту пролетов, либо наибольшую высоту изготавливаемых конструкций в действующем производстве. При наличии мостовых кранов в расчете высот учитывают наибольшие размеры оборудования и транспортируемых грузов по схеме (рис. 10.2), где h_1 и h_3 — соответственно наибольшие в данном пролете высота оборудования и высота транспортируемых грузов; h_5 — минимальное расстояние от головки подкранового рельса до нижней точки крюка, которое определяется по паспорту

мостового крана (не менее 0,75 м); h_4 —высота зачалки, принимается не менее половины ширины зачалки; h_2 — зазор, допускающий, в частности, продольное качание груза на стропках и соответствующий 0,5...1 м.

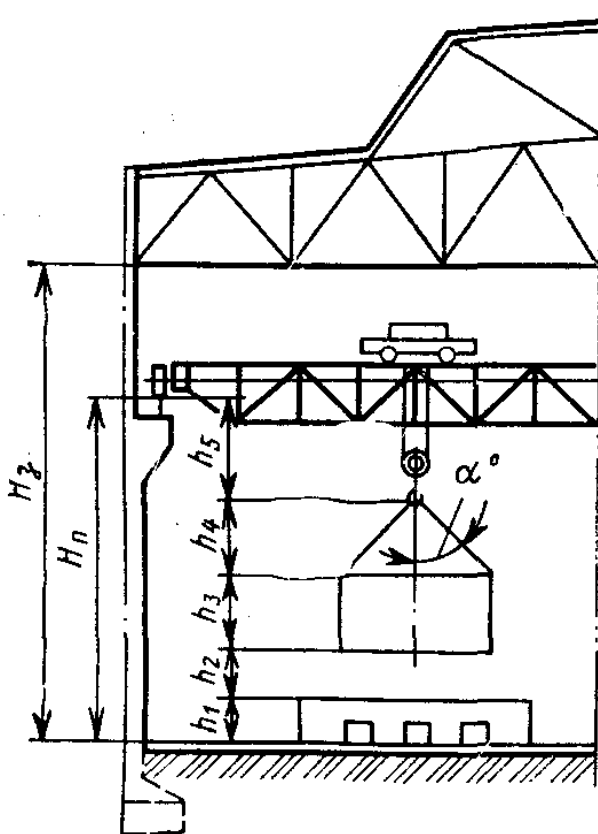


Рис. 10.2. Схема определения высоты пролета

В связи с унификацией размеров элементов строительных конструкций ряд размеров высот пролета нормализован (табл. 10.1).

Таблица 10.1

Унифицированные параметры пролета цеха одноэтажных зданий

Размеры пролета, м	Шаг колонн, м	Высота от пола до несущих конструкций перекрытий, м	Отметка головки кранового рельса, м
При наличии мостовых кранов			
18, 24	6; 12	10,8	8,15
		12,6	9,65
		16,2	12,65
		18,0	14,45
30	6; 12	16,2	12,65
		18,0	14,45
Бескрановые здания			
18, 24	6; 12	4,8	
		6,0	
		7,2	
	12	8,4	

10.2. Планировка размещения оборудования на участках

При выполнении проекта сварочного цеха осуществляют детальную разработку технологических процессов с учетом возможной механизации и автоматизации их производства. Принципиальные технологические решения, выбор производственного оборудования и транспортных средств в значительной степени определяются серийностью производства, т. е. программой выпуска однотипных изделий. Повышение серийности производства обеспечивает более высокую и равномерную загрузку оборудования, делает эффективным использование сложного и дорогого специализированного транспортного и технологического оборудования. Оптимизация принимаемых решений путем использования систем автоматизированного проектирования технологии заготовительных и сборочно-сварочных операций может дать существенное снижение трудоемкости этого этапа работ.

Площадь проектируемого цеха определяют вначале ориентировочно на основе заданного годового выпуска металлоконструкций (т) и планируемого удельного выпуска с 1 м² площади. Эти данные уточняются в процессе детальной

проработки компоновки цеха и планировки отдельных участков с учетом расположения на них основного и вспомогательного оборудования, мест для складирования деталей, изготовления узлов, зоны обслуживания рабочих мест и площадей, занятых проездами и проходами.

При планировке размещения оборудования стремятся к выполнению следующих требований:

- рациональное использование площади;
- обеспечение кратчайших путей движения обрабатываемых деталей и узлов;
- исключение обратных, кольцевых, петлеобразных путей движения деталей, создающих встречные потоки и затрудняющих транспортировку;
- обеспечение удобства разборки оборудования при ремонте или демонтаже.

Планировка размещения оборудования выполняется в следующей последовательности:

- 1) нанесение магистральных проездов;
- 2) размещение основного оборудования;
- 3) размещение вспомогательного оборудования.

Методические и нормативные материалы по проектированию сварочных и машиностроительных цехов содержат рекомендуемые и обязательные размеры ширины проездов и проходов; расстояний между оборудованием; размеры рабочих зон производственных рабочих, обеспечивающие удобные и безопасные условия работы.

Поиск оптимальных вариантов планировок оборудования требует анализа большого количества вариантов. Снижение трудоемкости этой работы по сравнению с ручным масштабным вычерчиванием достигается при использовании метода темплетов. В этом случае на все оборудование, которое должно быть размещено на участке, изготавливают масштабные плоские или объемные изображения — темплеты. Их делают из картона, пленки или пластмассы в масштабе 1:100 и размещают на плане с сеткой колонн, выполненном в таком же масштабе. Подготовленные варианты планировок фотографируют и размножают в достаточном количестве экземпляров.

Дальнейшее сокращение трудоемкости выполнения работ по планировке размещения оборудования на участках цеха достигается при использовании универсальных

автоматизированных систем графического проектирования планировок с помощью ЭВМ. В этом случае технолог разрабатывает различные варианты планировок, взаимодействуя с ЭВМ и получает чертежи планировок с помощью графопостроителя.

Основу системы составляет постоянно пополняемая база данных, в которой хранится технологическая и графическая информация о существующих моделях оборудования.

Технологическая характеристика включает в себя наименование оборудования, обозначение или шифр, паспортные данные о потреблении электроэнергии, воды, воздуха и других материальных ресурсов. Кроме того, здесь могут быть сведения о заводе-изготовителе, стоимости и другая необходимая при проектировании информация.

Графическая характеристика содержит изображение единиц оборудования на плане с обозначением точек подвода всех энергоносителей в местной системе координат.

При выполнении работы технолог готовит и вводит в ЭВМ графическое описание плана участка цеха с сеткой колонн и расположением стен и перегородок, а также шифры или коды оборудования, которое должно быть размещено на этом плане. На экран монитора выводится масштабное изображение плана и из базы данных последовательно выбираются изображения единиц оборудования. Универсальные средства машинной графики позволяют наносить размеры, быстро вычерчивать штампы, наносить в поле чертежа поясняющие надписи и обозначения.

Для любого подготовленного варианта планировки оборудования система позволяет выполнять специальные копии планировок с разводкой систем электроснабжения, водопровода, канализации, воздухо- и газоснабжения и др.

На рис. 10.3 – 10.5 показаны примеры типовых планировок размещения оборудования заготовительного и сборочно-сварочного производств. Производительная работа листопрямильной машины 1 (рис. 10.3) обеспечивается задающим 2 и приемным 3 рольгангами.

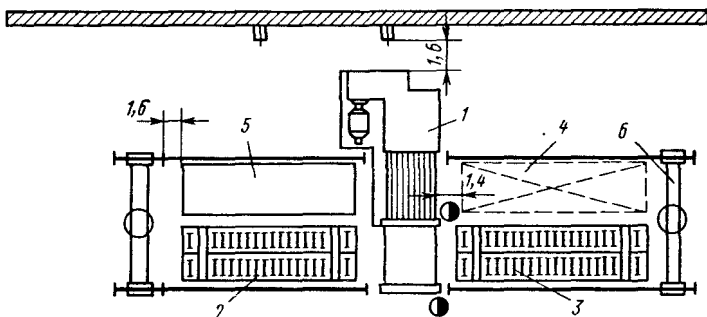


Рис. 10.3. Схема планировки оборудования листопрямительной машины

Для размещения партии исходных листов и выправленных заготовок предусмотрены столы 4 и 5. Два порталных манипулятора-листоукладчика 6 обеспечивают подачу листов на рольганг и их сьем.

Размещение основного и вспомогательного оборудования машин контактной сварки может отличаться большим разнообразием. Три варианта планировки рабочей зоны двух машин точечной контактной сварки с большим вылетом электродов показаны на рис. 10.4.

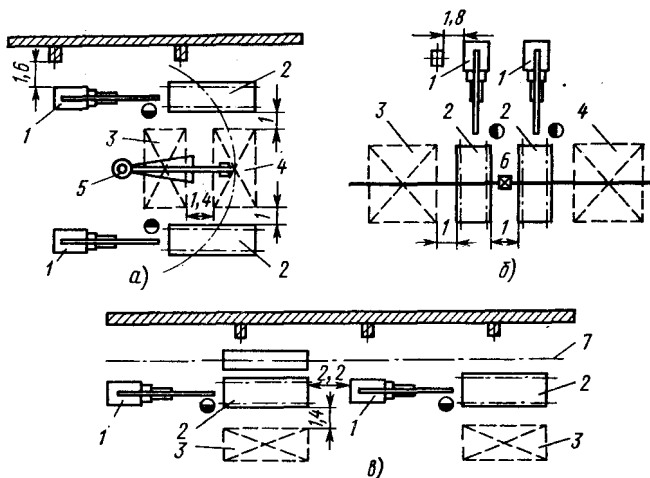


Рис. 10.4. Варианты планировки рабочей зоны машин контактной сварки

Здесь работа двух таких машин 1 обеспечивается наличием рольгангов 2 для перемещения изделий, мест для тары заготовок 3 и сваренных деталей 4, консольного крана 5, тельфера на монорельсе 6 или подвесного конвейера 7. Выбор той и иной схемы планировки зависит от сложности свариваемых деталей, количества точек сварки и длительности сварки одной детали.

Пример планировки робототехнического комплекса дуговой сварки показан на рис. 10.5.

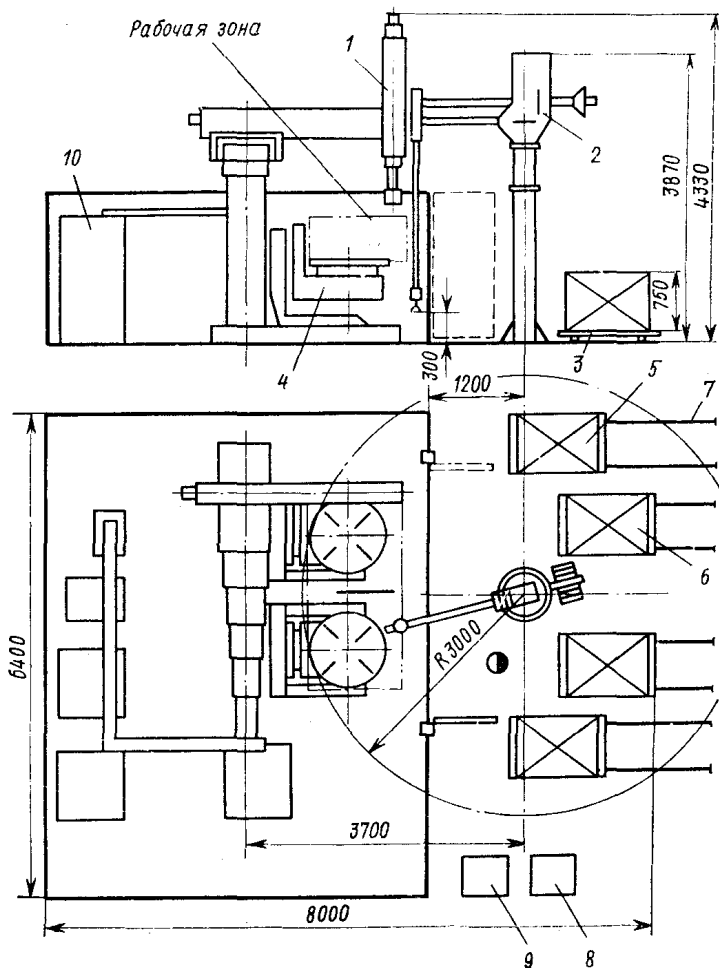


Рис. 10.5. Пример планировки робототехнического комплекса дуговой сварки

Манипулятор сварочной горелки 1 шкафами управления 10 обеспечивает работу на двух рабочих местах, оснащенных манипуляторами изделия 4. Подача заготовок из специальной тары 6, их установка на манипулятор 4 и съём изделий после сварки и визуального контроля, а также перенос их в контейнеры 5 выполняются оператором с помощью шарнирно-сбалансированного манипулятора 2 с радиусом рабочей зоны 3 м. Рельсовые пути 7 с помощью тележек 3 обеспечивают транспортировку в зону РТК контейнеров с заготовками и вывоз сваренных изделий. Управление работой комплекса ведется с пульта управления 8. Для размещения необходимого инструмента предусмотрен инструментальный шкаф 9.

10.3. Автоматизация управления работой сварочного цеха

Одним из примеров автоматизации заготовительного производства является автоматизированный склад комплектации.

Организация работы автоматизированного склада предусматривает минимальное участие оператора в работе с грузами и максимальное использование возможностей ЭВМ для управления механизмами, определения адресов хранения деталей, поиска деталей, комплектации заказов и ведения документация. Эффективное использование площади и объема складских помещений достигается размещением деталей в ячейках высотных консольных стеллажей. Установка грузов в ячейки производится с помощью стеллажных кранов-штабелеров одностороннего (рис. 10.6) или двустороннего действия.

Грузы из заготовительного отделения поступают на склад на платформе-накопителе, установленной на транспортной тележке 9. В зоне приемки груза платформа снимается с тележки мостовым краном и устанавливается на комплектовочную площадку 8.

На принятый груз составляется предметная ведомость с наименованием, количеством деталей и данными об их изготовлении. Данные с ведомости вводятся в ЭВМ, которая их обрабатывает, выдает распечатку с номерами стеллажей и ярлыками деталей. В соответствии с этим детали укладывают в поддоны или контейнеры, устанавливают на тележки 3, которые доставляют их к соответствующим стеллажам зоны хранения. Установка грузов в ячейки происходит в автоматическом режиме. Стеллажный кран-штабелер принимает груз с тележки и

устанавливает в первую на его пути свободную ячейку стеллажа. Адрес ячейки автоматически передается в ЭВМ и запоминается.

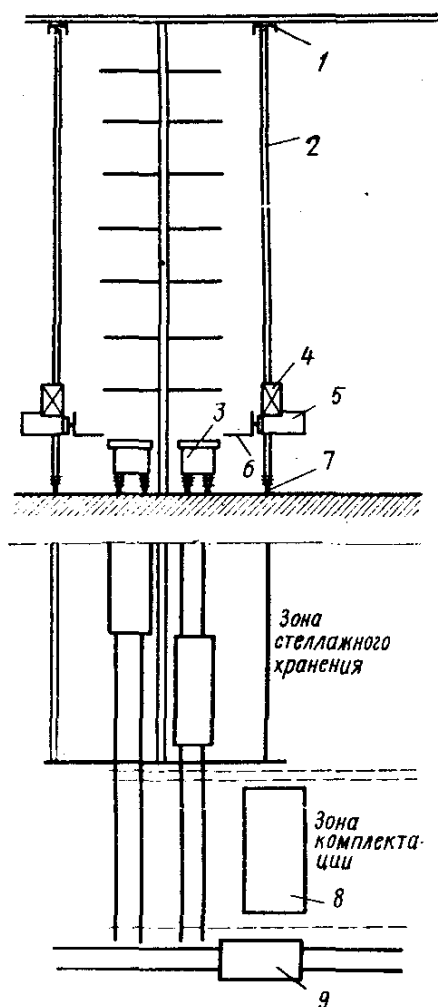


Рис. 10.6. Схема автоматизированного склада комплектации:
 1 — верхний рельс; 2 — рама крана-штабелера; 3 — стеллажная тележка; 4 — кабина; 5 — грузоподъемник; 6 — телескопический захват; 7 — нижний рельс; 8 — комплектовочная площадка; 9 — транспортная тележка

Отправка груза со склада осуществляется на основании заготовительной ведомости, содержащей перечень необходимых деталей на заказ и адреса их хранения. С пульта управления оператор склада набирает адреса нужных ячеек, которые поступают в блок запоминания и последовательной выдачи команд. После завершения ввода команд система вводится на исполнение. По этим командам соответствующие краны-штабелеры принимают поддоны или контейнеры из указанных ячеек и устанавливают их на тележки, доставляющие все указанные детали из зоны хранения в зону комплектации. Здесь согласно заготовительной ведомости вручную производится комплектация на заказ нужных деталей, которые собираются на платформу-накопитель. После завершения комплектации платформа с деталями устанавливается на транспортную тележку и отправляется на сборочно-сварочный участок. Оставшиеся детали поступают в зону хранения как вновь прибывшие на склад.

Автоматизированный склад комплектации позволяет не только упростить хранение и транспортировку деталей на складе, но и обеспечить все подразделения цеха необходимой документацией.

Контрольные вопросы:

1. В чем сложность выбора высоты пролета проектируемого цеха?
2. Какие преимущества дает применение автоматизированной системы графического проектирования планировки оборудования?
3. Как решаются вопросы автоматизации управления работой сварочных цехов?

Лекция № 11

Технология изготовления сварных балок

План:

- 11.1. Общие сведения о сварных балках
- 11.2. Технология изготовления двутавровых балок
- 11.3. Технология изготовления балок коробчатого сечения

11.1. Общие сведения о сварных балках

Балки - это конструктивные элементы, работающие в основном на поперечный изгиб. 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.

11.2. Технология изготовления двутавровых балок

Наиболее широкое применение имеют двутавровые балки с поясными швами, соединяющими стенку с полками. Обычно такие балки собирают из трех листовых элементов. При сборке нужно обеспечить симметрию и взаимную перпендикулярность полок и стенки, прижатие их друг к другу и последующее закрепление прихватками (рис. 11.1). Для этой цели используют сборочные кондукторы (рис. 11.2) с соответствующим расположением баз и прижимов по всей длине балки.

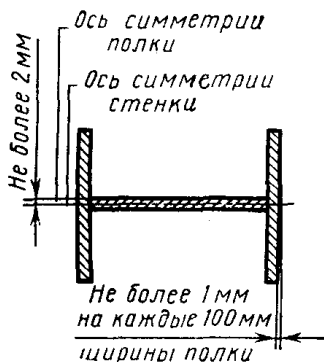


Рис. 11.1. Допуски на сборку Н-образного сечения

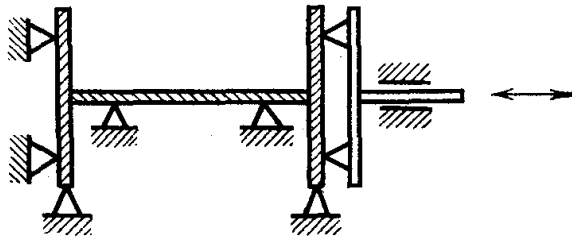


Рис. 11.2. Схема кондуктора для сборки двутавровых балок

На установках с самоходным порталом (рис. 11.3, а) зажатие и прихватка осуществляют последовательно от сечения к сечению.

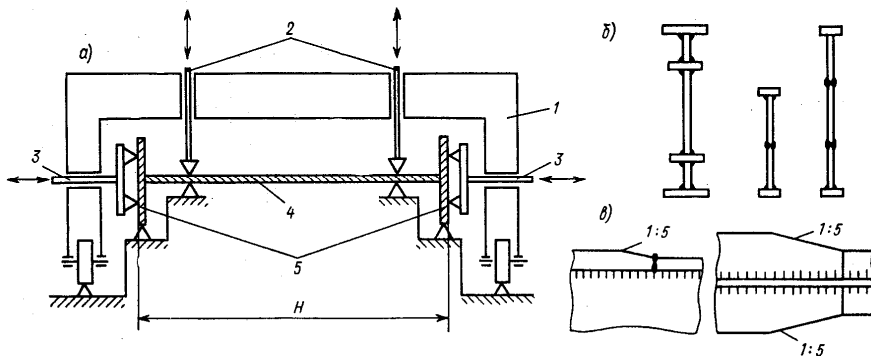


Рис. 11.3. Схема самоходного портала для сборки двутавровых балок и конструктивное оформление двутавровых балок больших размеров

Для этого портал 1 подводят к месту начала сборки (обычно это середина балки), включают вертикальные 2 и горизонтальные 3 пневмо-прижимы. Они прижимают стенку 4 к стеллажу, а пояса 5 — к стенке балки. В собранном сечении ставят прихватки. Затем прижимы выключают, портал перемещают вдоль балки на шаг прихватки, и операция повторяется. Вертикальные прижимы 2 позволяют собирать балки значительной высоты H , не опасаясь потери устойчивости стенки от усилий горизонтальных прижимов. При больших размерах двутавровой балки ее пояса и

стенки могут быть составными (рис. 11.3, б, в). Такие балки нашли применение при сооружении пролетных строений автодорожных мостов, для их сборки также может использоваться установка со сборочным порталом, но с большим количеством вертикальных прижимов (рис. 11.3, а).

При изготовлении двутавровых балок поясные швы обычно сваривают автоматами под слоем флюса. Приемы и последовательность наложения швов могут быть различными. Наклоненным электродом (рис. 11.4, а, б) можно одновременно сваривать два шва, однако имеется опасность возникновения подреза стенки или полки. Выполнение швов «в лодочку» (рис. 11.4, в) обеспечивает более благоприятные условия их формирования и проплавления, зато приходится поворачивать изделие после сварки каждого шва. Для поворота используют позиционеры-кантователи.

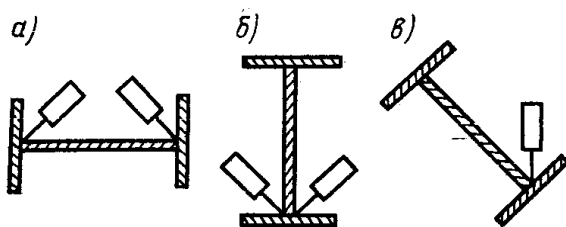


Рис. 11.4. Способы укладки швов при сварке балок

В центровом кантователе (рис. 11.5, а) предварительно собранная на прихватках балка 2 закрепляется зажимами в задней 1 и передней 3 бабках и с помощью червячной передачи 4 устанавливается в требуемое положение. Подвижная задняя опора позволяет сваривать в таком кантователе балки различной длины. Цепной кантователь (рис. 11.5, б) состоит из нескольких фасонных рам 5, на которых смонтировано по две звездочки (холостая 1 и ведущая 4) и блок 6. Свариваемую балку 3 кладут на провисающую цепь 2. Вращением ведущих звездочек балка поворачивается в требуемое положение. В некоторых случаях применяют кантователи на кольцах (рис. 11.5, в). Собранный балка укладывается на нижнюю часть кольца 1; откидная часть 2 замыкается с помощью откидных болтов 3, и балка закрепляется системой зажимов 4.

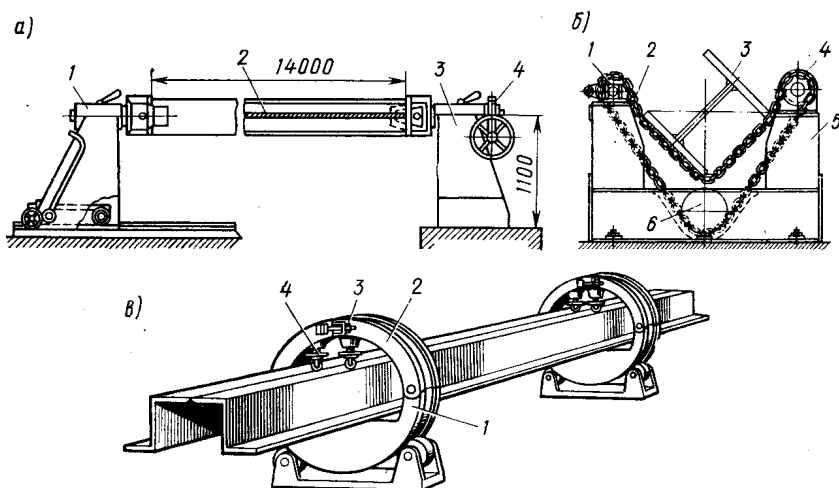


Рис. 11.5. Схемы позиционеров-кантователей для сварки балок:

а — в центрах; б — цепной; в — с кольцами

При раздельной сборке и сварке двутавра в универсальных приспособлениях доля ручного труда на вспомогательных и транспортных операциях (установка элементов, их закрепление, прихватка, освобождение от закрепления, перенос в сварочное приспособление, закрепление и поворот в удобное для сварки положение, снятие готового изделия) оказывается весьма значительной. Использование поточных линий, оснащенных специализированным оборудованием и транспортирующими устройствами, существенно сокращает затраты ручного труда. Поточные линии сварки балок таврового или двутаврового сечения могут оснащаться либо рядом специализированных приспособлений и установок, последовательно выполняющих отдельные операции при условии комплексной механизации всего технологического процесса, либо автоматизированными установками непрерывного действия.

Примером поточной линии первого типа может служить линия по производству сварных двутавровых балок, включающая участки заготовки, сборки, сварки и отделки. На рис. 11.6 показано расположение заготовительных участков обработки

стенок и полок, где цифрами обозначены позиции выполнения отдельных операций.

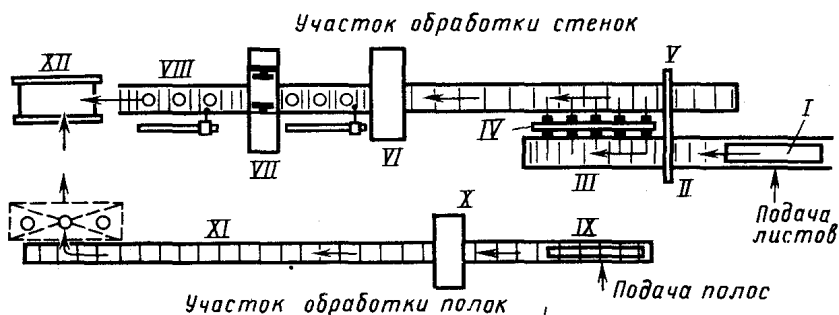


Рис. 11.6. Схема заготовительных участков линий изготовления двутавровых балок

На рольганг участка заготовки стенок листы подают мостовым краном. Если стенку двутавра приходится собирать из двух листов по длине, то на позиции I стыкуемые кромки проходят обрезку. На позиции II рольгангом листы устанавливают стыкуемыми кромками по оси флюсовой подушки, зажимают и сваривают под флюсом. На позицию III сваренную заготовку I подают рольгангом и резаком по направляющей обрезают по размеру. На позиции IV заготовки стенки кантователем передают на параллельный рольганг с поворотом на 180° , где на позиции V укладывают стыковой шов с другой стороны, а на позиции VI осуществляют правку волнистости в многовалковой правильной машине. На позиции VII ножницы с двумя парами дисковых ножей обрезают продольные кромки по размеру высоты стенки. Затем на позиции VIII обрезанные кромки проходят очистку под сварку вращающимися щетками, готовая стенка рольгангом подается на позицию XII в питатель сборочного участка.

Для полок используют стальные полосы, продольные кромку которых обработки не требуют. Полосы, имеющие длину, равную длине свариваемой балки, укладывают краном на рольганг IX и подают в многовалковую правильную мешалку X для правки волнистости и саблевидности. Затем на рольганге XI средняя часть полосы зачищается под сварку и готовые полки в горизонтальном положении с помощью магнитных захватов,

подвешенных к траверсе крана, подают в питатель сборочного стана XII.

На сборочном участке последовательно расположены питатель и сборочный стан.

Из сборочного стана двутавр поступает на рольганг сварочного участка, где к нему приваривают выводные планки в виде тавриков. Так как в этой поточной линии поясные швы выполняют в положении в лодочку и первый из них укладывают со стороны, где нет прихваток (обозначены точками), то на сварочном участке балку приходится последовательно устанавливать в положения, показанные римскими цифрами (рис. 11.7).

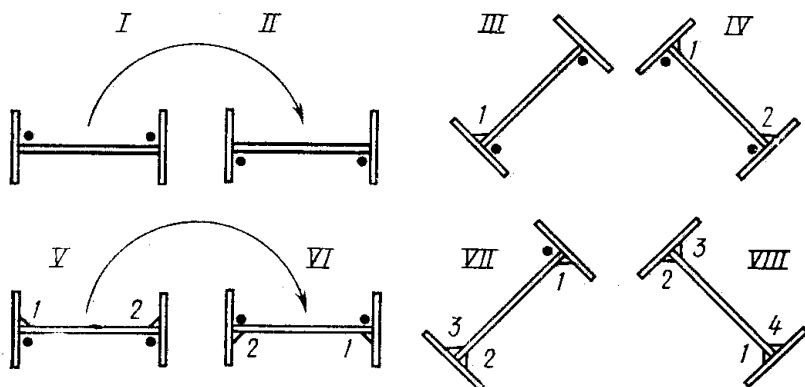


Рис. 11.7. Положения балки на сварочном участке

Арабскими цифрами 1...4 показана последовательность выполнения поясных швов.

Кантователь 11 (рис. 11.8) перекладывает балку с рольганга 10 на рольганг 2 с поворотом на 180° , подавая её сначала к сварочной установке 1, а затем к установке 9 до упора 8. Затем устройством 3 без кантовки балку передают на рольганг 4, откуда кантователем 5 с поворотом на 180° возвращают на рольганг 2 к сварочной установке 7 с последующей подачей к установке 6.

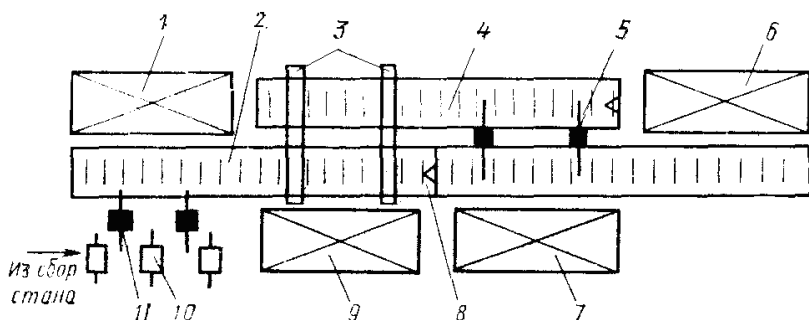


Рис. 11.8. Схема сварочного участка

После сварочного участка балка попадает на участок отделки, где последовательно проходит сначала через две машины для правки грибовидности полок (рис. 11.9), а затем через два торцефрезерных станка.

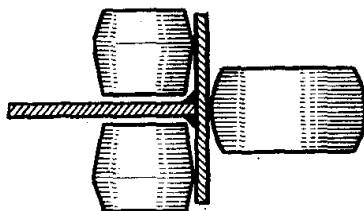


Рис. 11.9. Схема правки грибовидности полок

В рассмотренной поточной линии во время транспортирования заготовок технологические операции не производятся.

Примером установки, где транспортирование осуществляется непрерывно и совмещается во времени с выполнением сборочно-сварочной операции, может служить станок для сборки и сварки тавровых балок (рис. 11.10).

Взаимное центрирование заготовок, их перемещение и автоматическая сварка под флюсом осуществляются одновременно. Устройство для прижатия стенки тавра к поясу состоит из пневматического цилиндра и нажимного ролика 3. Центрирование элементов тавра производится четырьмя парами роликов: две пары 1 направляют пояс вдоль оси станины; две

другие пары 2 удерживают стенку вертикально и обеспечивают ее установку на середину пояса.

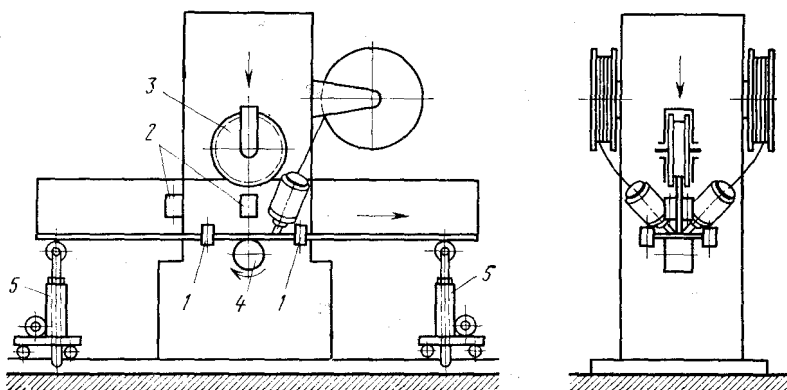


Рис. 11.10. Схема станка для сварки балок таврового профиля

Движение свариваемого элемента осуществляется приводным роликом 4. Для плавного изменения скорости применен вариатор. Концы балок поддерживаются роликами опорных тележек 5.

11.3. Технология изготовления балок коробчатого сечения

Балки коробчатого сечения (рис. 11.11, а) сложнее в изготовлении, чем двутавровые. Однако они имеют большую жесткость на кручение и поэтому находят широкое применение в конструкциях крановых мостов. При большой длине таких балок полки и стенки сваривают стыковыми соединениями из нескольких листовых элементов.

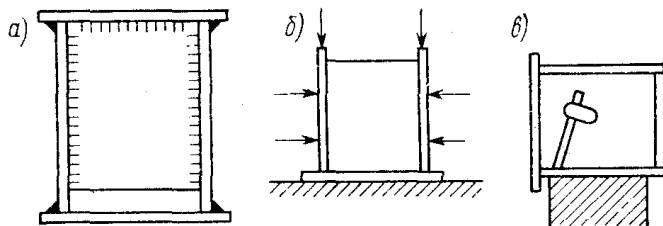


Рис. 11.11. Изготовление балки коробчатого сечения:
а — сечение балки; б установка боковых стенок; в — сварка внутренних швов

Сначала на стеллаж укладывают верхний пояс (полку), расставляют и приваривают к нему диафрагмы. Такая последовательность определяется необходимостью создания жесткой основы для дальнейшей установки и обеспечения прямолинейности боковых стенок, а также их симметрии относительно верхнего пояса. После приварки диафрагм устанавливают, прижимают (рис. 11.11, б) и прихватывают боковые стенки. Затем собранный П-образный профиль кантуют и внутренними угловыми швами приваривают стенки к диафрагмам (рис. 11.11, в). Сборку заканчивают установкой нижнего пояса. Сварку поясных швов осуществляют после завершения сборки и ведут наклонным электродом без поворота в положение «в лодочку». Это объясняется тем, что для балки коробчатого сечения подрез у поясного шва менее опасен, чем для двутавра, поскольку в балках коробчатого сечения сосредоточенные силы передаются с пояса на стенку не непосредственно, а главным образом, через поперечные диафрагмы.

При изготовлении полноразмерных балок моста крана все основные операции по заготовке листовых элементов и последующей общей сборки и сварки выполняют в механизированных поточных линиях с использованием автоматической сварки под слоем флюса (рис. 11.12). Все заготовительные операции выполняются вне линии, и на склад 11 поступают полностью обработанные заготовки. Портальный кран 10 с электромагнитными захватами подает поочередно на рольганг 9 заготовки полок в стенку. В сварочном стенде 8 собирают поперечные стыки элементов балки и сваривают под флюсом за один проход с обратным формированием шва на медной охлаждаемой подкладке. По мере сварки поперечных стыков элемент балки продвигается по рольгангу на участок рентгеновского контроля 7. Обычно рентгенографическому контролю подвергают все поперечные швы нижнего пояса, испытывающего напряжения растяжения, а швы остальных элементов контролируют выборочно. Готовые элементы мостовым краном с помощью жесткой траверсы снимают со стенда и в вертикальном положении устанавливают в накопители 6.

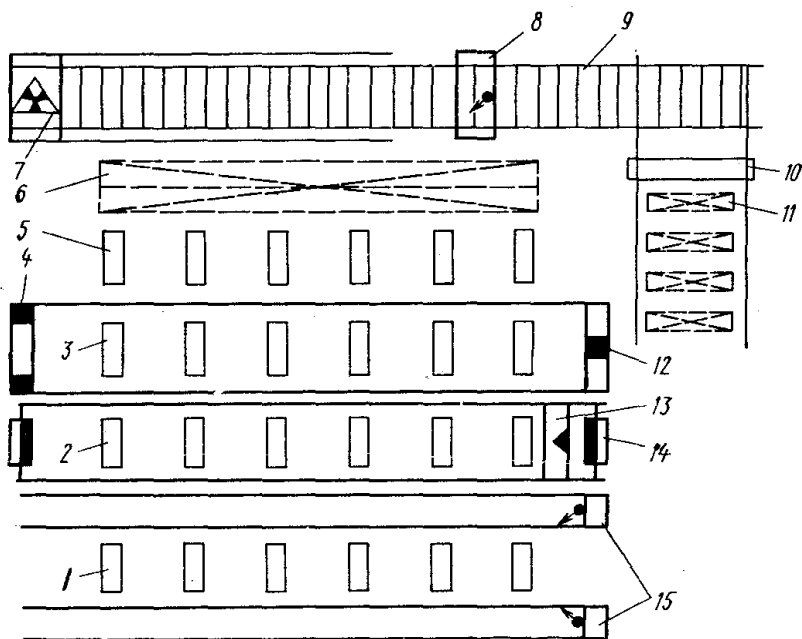


Рис. 11.12. Схема поточной линии изготовления балок коробчатого сечения

Таким же образом элементы подают из накопителей к сборочным стандам. Стенд 1, 2, 3 и 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». Её переносят мостовым краном на стенд 3, зачаливая её эксцентриковыми захватами за диафрагмы в нескольких местах с помощью жесткой траверсы. Центральные козелки стенда 3 имеют регулировку по высоте. Это позволяет задавать верхнему поясу прогиб, равный строительному подъему, если он необходим для компенсации прогиба балки при работе конструкции под нагрузкой. При сборке этот предварительный прогиб пояса закрепляется постановкой боковых стенок, что необходимо иметь в виду при проектировании их раскроя. Сборку боковых стенок с «гребенкой» выполняют с помощью порталной самоходной установки 4. Для сварки диафрагм со стенками используют

портальную установку 12, несущую четыре головки для одновременного выполнения четырех вертикальных угловых швов в среде CO_2 .

Сборка балки завершается на стенде 2, куда без кантовки передается мостовым краном собранная на стенде 3 балка открытого сечения. Перед постановкой нижнего пояса выправляют искривления верхних кромок боковых стенок, полученные в результате приварки диафрагм. Для этого расположенные на тележках 14 гидродомкраты подводят к концам балки и, нажимая на верхний пояс, прогибают балку до полной выборки ее строительного подъема. Кромки вертикальных стенок оказываются растянутыми в упругой области, и искривления устраняются. Затем мостовым краном укладывают нижний пояс. С помощью самоходного портала 13, имеющего вертикальные пневмоцилиндры, пояс прижимают к балке и закрепляют его прихватками. После освобождения балки от закрепления строительный подъем восстанавливается. Далее балку передают на стенд 1 для сварки поясных швов наклоненным электродом. Вдоль стенда 1 по рельсовым направляющим перемещаются два сварочных автомата 15, выполняющих под флюсом одновременно два поясных шва. Автоматы снабжены выносными сварочными головками, закрепленными шарнирно. 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.

Контрольные вопросы:

1. Какую оснастку используют для сборки и сварки балок двутаврового сечения в условиях мелкосерийного производства?
2. Каковы схемы устройств, обеспечивающих комплексную механизацию изготовления балок двутаврового сечения?
3. Какова последовательность выполнения сборочно-сварочных операций при изготовлении балок коробчатого сечения?
4. Какую оснастку используют для сборки и сварки балок коробчатого сечения в поточной линии?

Лекция № 12

Технология изготовления сварных балок

План:

12.1. Выполнение стыков балок и стержней

12.2. Изготовление конструктивных элементов из заготовок балочного типа

12.1. Выполнение стыков балок

При монтаже конструкций нередко возникает необходимость стыковки балок. Типы стыков балок двутаврового сечения показаны на рис. 12.1.

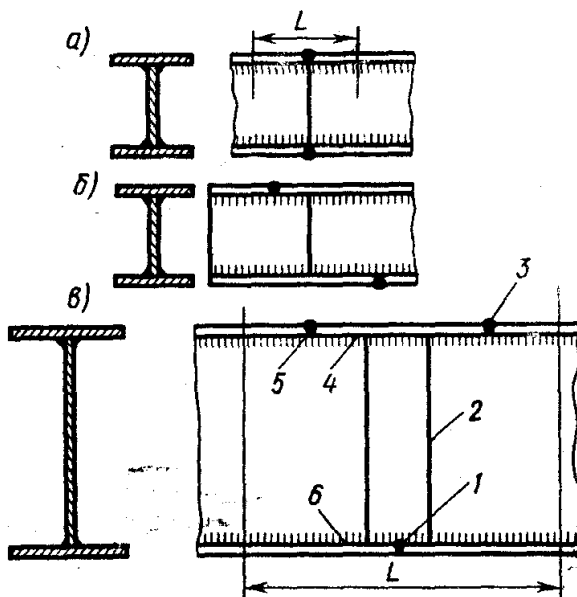


Рис. 12.1. Типы стыков двутавровых балок

При монтаже обычно используют совмещенный стык (рис. 12.1, а), выполняя его ручной сваркой или полуавтоматом в среде CO_2 . Раздвинутый стык (рис. 12.1, б) применяют как технологический.

Назначая последовательность выполнения швов поясов и стенки, необходимо иметь в виду следующее. Если в первую очередь сварить стыки поясов, то стык стенки придется

выполнять в условиях жесткого закрепления, что может способствовать образованию трещин в процессе сварки. Когда вначале сваривают стык стенки, то в стыках поясов возникает высокий уровень остаточных напряжений растяжения, что может снизить усталостную прочность при работе на изгиб. Для облегчения условий сварки стыка участки поясных швов балки длиной L (рис. 12.1, а) иногда не доваривают, а выполняют их после сварки стыковых швов. Так как поперечная усадка свариваемого последним шва будет восприниматься элементом длиной L , то значение остаточных напряжений окажется меньше, чем при жестком закреплении. Однако в элементах, свариваемых в первую очередь, появление свободного участка L может вызвать коробление из-за потери устойчивости под напряжением сжатия. Для каждого конкретного случая в зависимости от перечисленных факторов (опасности возникновения трещин при сварке, условий работы стыка балки в конструкции, размеров поперечных сечений элементов) оптимальная технология выполнения стыка может быть различной.

Стык, показанный на рис. 12.1, в, применяется сравнительно редко, когда требуется исключить ручную сварку. Вставки вертикальной стенки и верхнего пояса позволяют выполнять швы автоматами, причем пояса сваривают многопроходной сваркой, а стыки стенки — однопроходной с принудительным формированием. Цифрами 1...6 показана последовательность выполнения швов.

Дуговая сварка стыковых соединений с полным проплавлением всего сечения профильных элементов требует высокой квалификации сварщика и тщательного контроля. При изготовлении конструкций, работающих под статической нагрузкой, часто применяют соединения с накладками, приваренными к соединяемым элементам угловыми швами. Такое соединение технологически проще, хотя и требует дополнительного расхода металла. Для конструкций, работающих под вибрационной нагрузкой, соединения накладками непригодны.

Частным случаем стыков балок является стык рельсов. Сварку рельсов выполняют преимущественно на контактных стыковых машинах мощностью 300...600 кВт методом оплавления с подогревом. Весь цикл подготовки рельсов, сварки и последующей обработки стыков производят в поточных

механизированных линиях. Получила также развитие контактная сварка в пути с помощью передвижных машин ПРСМ. Такая передвижная машина представляет собой железнодорожную платформу, на которой располагаются аппаратура и источник питания электроэнергии, также смонтированы конструкции для перемещения двух сварочных головок в процессе работы.

12.2. Изготовление конструктивных элементов из заготовок балочного типа

Подкрановые балки обычно выполняют в виде сварного двутавра с ребрами жесткости (рис. 12.2).

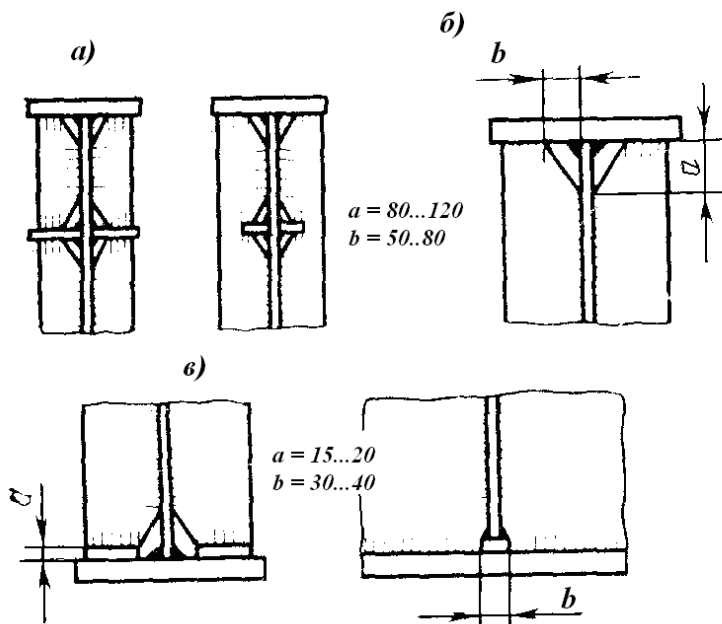


Рис. 12.2. Конструктивное оформление ребер жесткости двутавровых балок:

а – пересечение вертикальных и горизонтальных ребер жесткости; б – крепление вертикальных ребер жесткости к верхнему поясу; в – крепление вертикальных ребер жесткости к нижнему поясу

Условия их работы определяют требования к конструктивному оформлению и технологии выполнения сварных

соединений. При нагружении сварного двутавра только продольным изгибающим моментом такие концентраторы, как подрез стенки или непровар корня поясного шва (рис. 12.3, а, б), не представляют особой опасности, так как располагаются параллельно нормальным и касательным напряжениям.

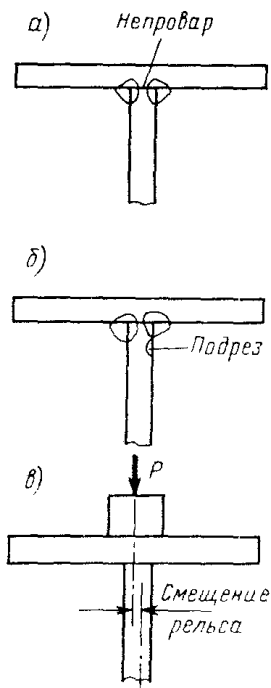


Рис. 12.3. Требования к соединению полки подкрановой балки со стенкой

Однако сечения подкрановой балки дополнительно испытывают периодическое нагружение сосредоточенной силой P от колеса крана, передаваемое с рельса на верхний пояс и через поясные швы на стенку балки (рис. 12.3, в). Кроме того, при нарушениях симметрии рельса относительно оси симметрии балки возникает дополнительный момент в поперечном направлении, воспринимаемый поясными швами и стенкой. В этом случае непровар корня поясного шва или подрез стенки (рис. 12.3, а, б) оказываются расположенными поперек силового потока и поэтому могут служить причиной возникновения усталостных трещин. Отсюда следует, что тавровое соединение

верхнего пояса со стенкой в подкрановых балках нужно выполнять с полным проплавлением стенки и сварку поясных швов производить в положении «в лодочку» для предотвращения подрезов.

Типовая конструкция подкрановой балки пролетом 12 м и высотой 1100... 1600 мм с ребрами жесткости и поясами из тавров показана на рис. 12.4.

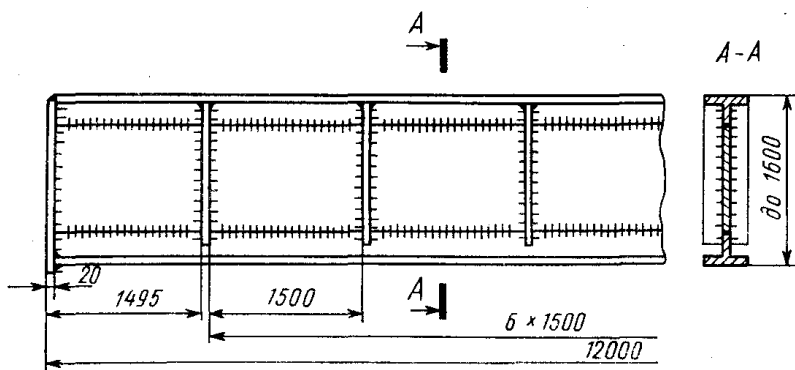


Рис. 12.4. Подкрановая балка с поясами из широкополочных тавров

Расстановку и приварку ребер жесткости производят после выполнения поясных швов. Между собой подкрановые балки соединяют болтами, пропущенными через торцовые ребра жесткости, нижние грани которых опираются на подкрановые опоры колонн (рис. 12.5).

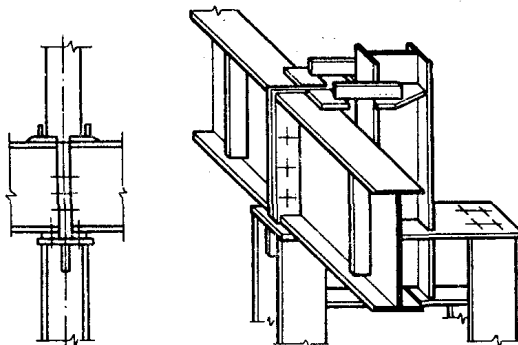


Рис. 12.5. Крепление подкрановой балки к колонне

Колонны могут быть сплошные (рис. 12.6, а, б) и сквозные (рис. 12.6, в).

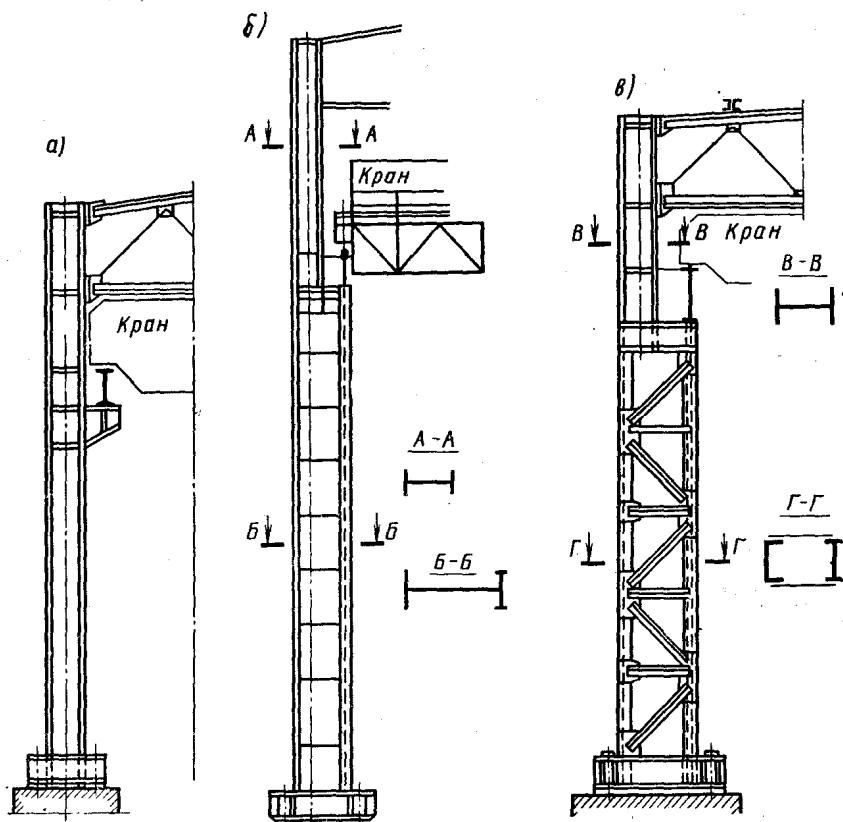


Рис. 12.6. Примеры колонн постоянного (а) и переменного (б, в) сечений:

а, б - сплошные; в — сквозная

Колонны цехов воспринимают нагрузку от кровли и кранового моста в местах расположения опор подкрановых балок. Резкое увеличение нормальной силы и изгибающего момента в этом сечении нередко приводит к необходимости использования ступенчатых колонн (рис. 12.6, б, в). Нижняя часть колонн имеет опорную плиту, передающую нагрузку на бетонный фундамент. Сечения колонн обычно выполняют составными с

использованием широкополочных двутавров и других профильных элементов.

К изготовлению колонн предъявляют следующие требования в монтаже: перпендикулярность оси колонны к опорной плоскости плиты башмака; параллельность опорных плиток подкрановых консолей и опорной плиты башмака в соблюдение проектного расстояния между ними; правильность расположения монтажных отверстий относительно опорных столиков ферм и др.

При изготовлении балочных элементов в условиях крупносерийного производства сборочно-сварочные операции выполняют в поточных линиях. Примером может служить полуавтоматическая линия (рис. 12.7) сборки и сварки поперечных балок (рис. 12.8) платформы грузовой автомашины.

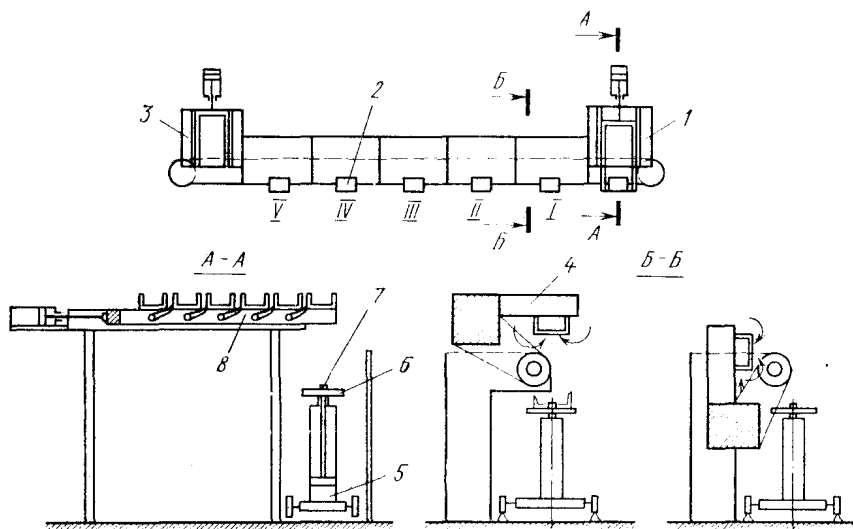


Рис. 12.7. Транспортирующие и кантующие устройства поточной линии изготовления поперечной балки грузовой платформы автомобиля

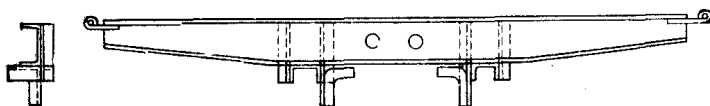


Рис. 12.8. Поперечная балка

На каждом из пяти рабочих мест, обозначенных римскими цифрами (см. рис. 12.7), 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 позиции линии связаны шаговым конвейером 2, представляющим собой сцеп тележек 5 с подъемными столиками 6, имеющими выступы 7 для фиксации принимаемой заготовки.

Гнутые швеллеры укладывают в магазин-накопитель 1. Очередная заготовка, поданная штанговым устройством с собачками 8, автоматически приподнимается устройством тележки, после отхода штангового устройства опускается в нижнее положение, перемещается на следующее рабочее место, где снова поднимается и захватывается пневматическими зажимами кантователя 4. При опускании подъемников конвейер возвращается в исходное положение. Балка в кантователе поворачивается так, чтобы обеспечить наиболее удобное положение для сборки и сварки. После окончания операций на всех рабочих местах подъемные столики поднимаются, балки в кантователях освобождаются от закрепления и опускаются на тележки конвейера, с помощью которых и перемещаются на один шаг.

На первых двух рабочих местах операторы устанавливают узлы и отдельные детали и прихватывают их точечной сваркой подвесными клещами. На последующих рабочих местах операторы выполняют угловые швы в среде CO_2 , устанавливают и приваривают петли.

Технология изготовления стоек двутаврового сечения аналогична изготовлению балок двутаврового сечения. Разница состоит в форме поперечного сечения. В колоннах (стойках) ширина полок бывает шире, а ширина стенок меньше. При этом увеличивается устойчивость стоек против действия поперечных сил.

Контрольные вопросы:

1. Назовите характерные типы стыков балок двутаврового сечения и особенности их сборки и сварки на монтаже.
2. Какие требования предъявляют к изготовлению колонн при монтаже?

Лекция № 13

Технология изготовления рамных конструкций

План:

- 13.1. Общие сведения о сварных рамных конструкциях
- 13.2. Технология производства рамных конструкций

13.1. Общие сведения о сварных рамных конструкциях

Рамы представляют собой объемную пространственную конструкцию, предназначенную для соединения отдельных деталей и механизмов в единый агрегат. Одно из главных требований, предъявляемых к рамам,— жесткость конструкции. Поэтому входящие в состав сварной рамы балочные заготовки соединяют друг с другом жестко либо непосредственно, либо с помощью вспомогательных элементов жесткости. Размеры рам и их конструктивное оформление весьма разнообразны, поэтому различны и методы получения балочных заготовок.

13.2. Технология производства рамных конструкций

В тяжелом машиностроении рамы клетей мощных прокатных станов собирают и сваривают из балочных заготовок в виде массивных стальных отливок. На рис. 13.1 показана рама вертикальной клетки прокатного стана, составленная из четырех литых заготовок.

Места стыков выбраны из условия симметрии сварочных деформаций и относительной простоты формы каждого элемента. Сложное очертание двутаврового сечения в месте стыка заменено сплошным (сечения А—А, Б—Б) в целях удобства выполнения его электрошлаковой сваркой пластинчатыми электродами. Несмотря на заметное увеличение количества наплавленного металла, такое конструктивное оформление стыка оказывается более технологичным, чем выполнение номинального сечения многослойной сваркой. После электрошлаковой сварки рама проходит термообработку для улучшения механических свойств сварных соединений в снятии остаточных напряжений. Необходимая точность размеров готовой рамы обеспечивается последующей механической обработкой.

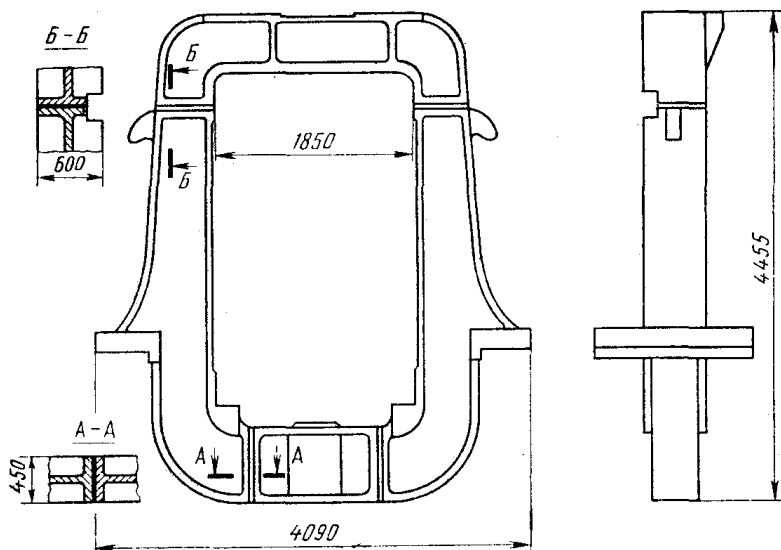


Рис. 13.1. Рама вертикальной клетки

В рамах тележек железнодорожного подвижного состава нередко наиболее сложные элементы выполняют в виде стальной отливки с относительно тонкими стенками. Примером этому может служить рама тележки электровоза (рис. 13.2), состоящая из боковин 1, литого шкворневого бруса 2 и двух концевых брусьев 3, где боковины и концевые брусья представляют собой сварные балки коробчатого сечения.

Рамы тележек испытывают многократное воздействие динамических нагрузок. Конструктивное оформление и технология сборки и сварки должны обеспечивать в этих условиях минимальную концентрацию напряжений. Возможности совершенствования конструкции и технологии изготовления таких рам можно рассмотреть на следующем примере. При изготовлении рамы тележки электровоза (рис. 13.2) балочные элементы подают на сборку в готовом виде.

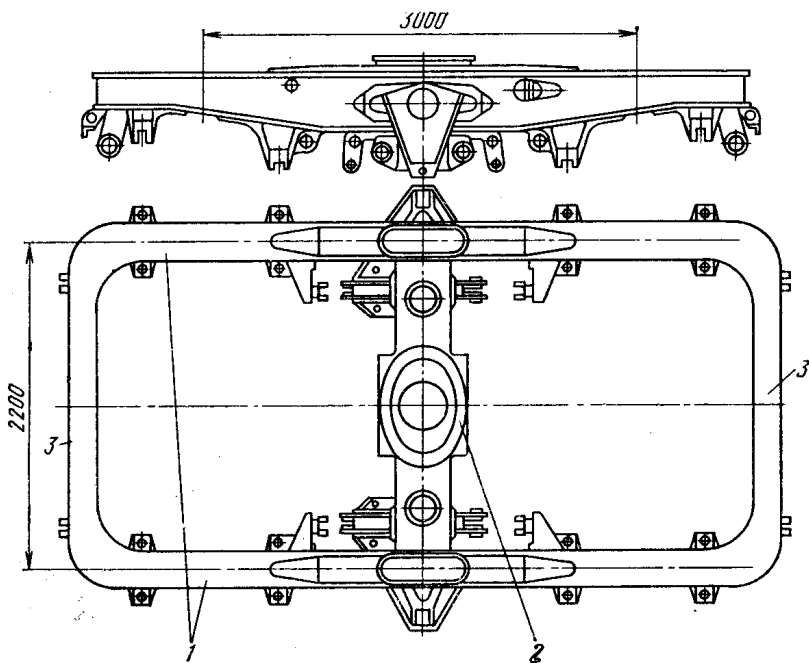


Рис. 13.2. Рама двухосной тележки электровоза

Плавный переход от боковин к концевым брусам осуществляют с помощью угловых вставок, свариваемых с основными элементами встык односторонней сваркой на остающейся подкладке. Однако такие соединения обладают сравнительно высокой концентрацией напряжений и могут оказаться причиной появления усталостных трещин. Изменение конструкции рамы и последовательности сборочно-сварочных операций (рис. 13.3, а — д) позволяет избежать стыков с односторонней сваркой.

В этом случае листы боковин и концевых брусьев образуют наружный и внутренний стеновые блоки, сваренные двусторонними швами верхний и нижний поясные блоки (рис. 13.3, а, г). Общая сборка всех блоков (рис. 13.3, д) завершается выполнением угловых поясных швов.

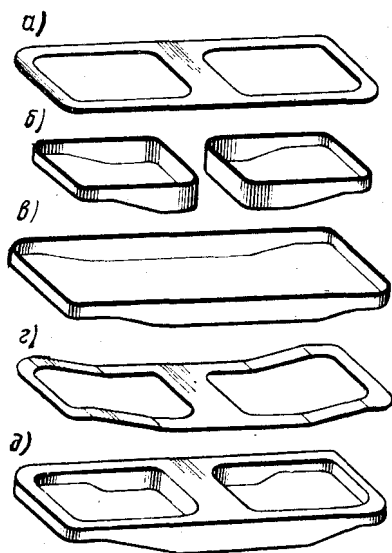


Рис. 13.3. Сборочно-сварочные рации при изготовлении рамы тележки

Серийный выпуск рам значительных размеров имеет место в производстве транспортных конструкций (вагоны, локомотивы, автомобили). Характерным примером является рама полувагона, представляющая собой систему жестко соединенных балок: продольной хребтовой и восьми поперечных (передних, шкворневых и промежуточных). Сечение хребтовой балки составляют два зета и двутавр (рис. 13.4, а, б).

Общей сборке рамы предшествуют сборка и сварка этих балок. Прямолинейность хребтовой балки обеспечивают компенсацией деформаций изгиба от сварки продольных швов путем создания предварительного обратного прогиба, задаваемого сборочным приспособлением и фиксируемого постановкой прихваток. Поперечные балки также собирают до общей сборки. 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 элемента Z-образного профиля на верхние

горизонтальные листы этих балок (рис. 13.4, а, б). Общую сборку собранной на прихватках рамы выполняют в кантователе.

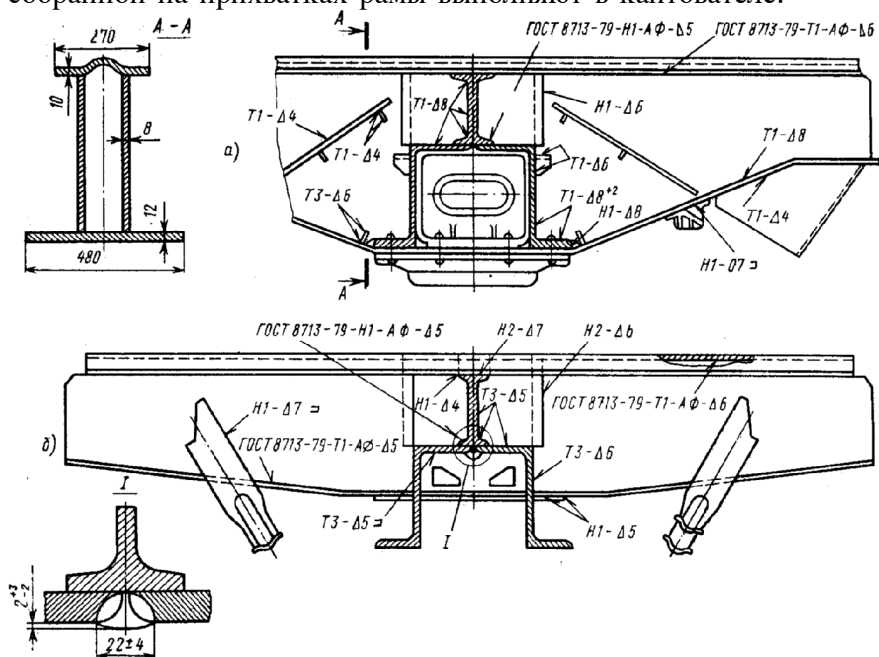


Рис. 13.4. Узлы рамы полувагона:

а — соединение шкворневой балки с хребтовой; б — соединение промежуточной балки с хребтовой

Механизация серийного производства рамных конструкций в поточных линиях обеспечивается использованием специальной сборочно-сварочной оснастки.

Примером такой оснастки может служить кондуктор-кантователь для сборки и сварки каркаса рамы тепловоза (рис. 13.5).

Поворотная рама 1 представляет собой сборочный кондуктор с пневмоприжимами, упорами и фиксаторами. Поворот кондуктора осуществляется двумя гидродомкратами 3, шарнирно закрепленными на основании 2. Оси поворота 4 выполнены выдвижными и перемещаются четырьмя гидроцилиндрами.

В серийном производстве рамных конструкций в зависимости от числа изделий одного типоразмера сборочная и сварочная оснастка может быть либо переналаживаемой, либо

специализированной. Серийное производство мостовых кранов предусматривает широкую номенклатуру типоразмеров при небольшом числе каждого изделия.

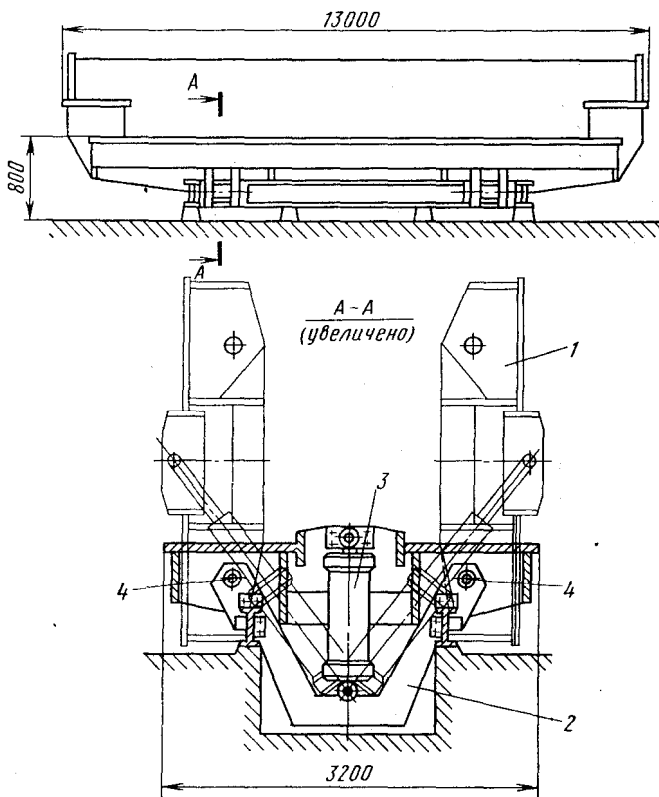


Рис. 13.5. Кондуктор-кавтователь с гидродомкратами

Установка для общей сборки крановых мостов (рис. 13.6) может переналаживаться. Она состоит из двух поперечных опор — неподвижной 11 и подвижной 7, перемещающейся по рельсовому пути 8 с помощью тяговой электролебедки 10 и блока 1, установленных между рельсами в углублении. Точная установка подвижной опоры обеспечивается закрепленным на ней барабаном 5 несколькими нитками тягового троса. При работе лебедки барабан не вращается, а после ее выключения, дополнительно для точной установки тележки, поворачивается вручную. При этом происходит медленное перемещение опоры до

совпадения фиксатора 2 с отверстиями в рельсах, соответствующими пролету собираемого крана. Опоры имеют по два суппорта 4 с ложементами для колес крана. Перемещение суппортов посредством ходовых винтов позволяет настраивать опору на требуемый размер концевой балки.

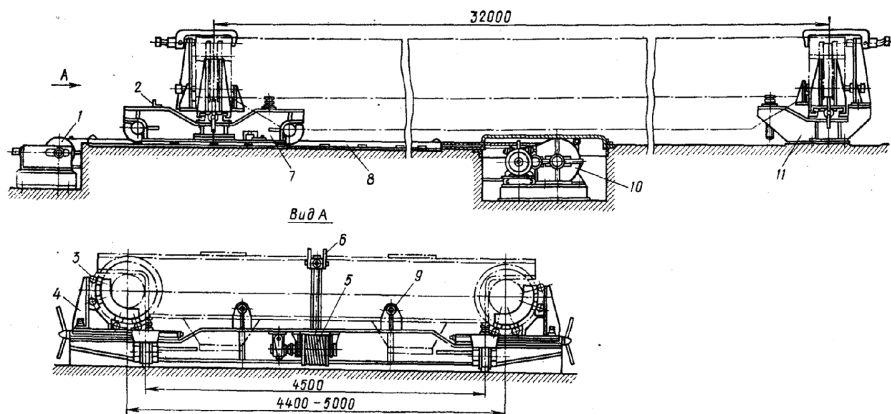


Рис. 13.6. Установка для сборки мостовых кранов

При сборке крана концевые балки кранового моста опускают на суппорты опор и их ходовые колеса закрепляют в ложементах по упорам винтовыми прижимами 3 строго в вертикальной плоскости. Кроме того, концевые балки закрепляют накладными зажимами 6 и винтовыми прижимами 9. Затем по разметке на концевые балки кладут пролетные балки, которые собраны с площадками обслуживания и сваривают их между собой.

Контрольные вопросы:

1. В чем характерные особенности оснастки, используемой при сборке и сварке рамных конструкций?

Лекция № 14

Технология изготовления решетчатых конструкций

План:

- 14.1. Технология изготовления ферм
- 14.2. Технология изготовления ферм с использованием трубчатого профиля
- 14.3. Технология изготовления ферм башенного типа
- 14.4. Технология изготовления мостовых ферм

Решетчатые конструкции представляют собой систему стержней, соединенных в узлах таким образом, что стержни испытывают, главным образом, растяжение или сжатие. К ним относятся фермы, арматурные сетки и каркасы.

14.1. Технология изготовления ферм

Фермы, как и балки, работают на поперечный изгиб. Конструктивные формы балок проще, однако при достаточно больших пролетах применение ферм оказывается более экономичным.

Характерные схемы решеток ферм показаны на рис. 14.1.

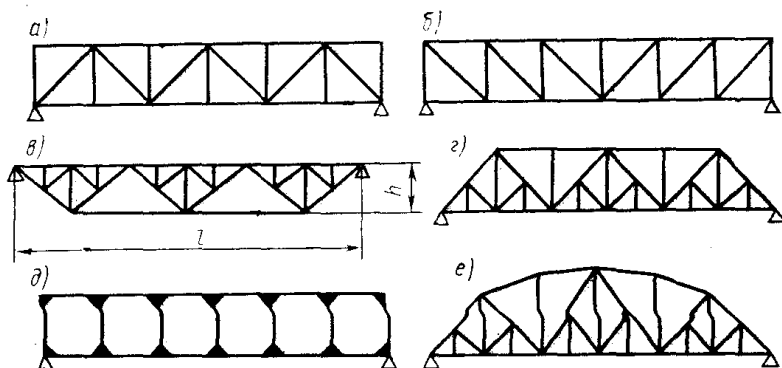


Рис. 14.1. Схемы решеток ферм

Треугольная (рис. 14.1, а) и раскосная (рис. 14.1, б) схемы являются основными. Фермы, воспринимающие нагрузки по верхнему или нижнему поясу, с целью уменьшения длины панели изготавливают по схемам (рис. 14.1, в, г). Иногда применяют безраскосные фермы с жесткими узлами (рис. 14.1, д). По

очертанию поясов фермы могут быть с параллельными поясами или с поясами, образованными ломаной линией (рис. 14.1, е). По назначению фермы разделяют на стропильные и мостовые.

Стропильные фермы работают при статической нагрузке. В качестве стержней используют главным образом прокатные, значительно реже гнутые замкнутые сварные профили и трубы.

Стержни в узлах соединяют либо непосредственно друг с другом, либо 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 во избежание появления изгибающих моментов, не учтенных расчетом. Разнообразие типов и размеров ферм иногда не позволяют использовать преимущества их сборки в кондукторах. В этих случаях нередко применяют метод копирования. Первую собранную по разметке ферму (рис. 14.2, а) закрепляют на стеллаже—она служит копиром. При сборке детали каждой очередной фермы 2 (рис. 14.2, б) 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. 14.2, в). Когда сборка требуемого количества ферм закончена, копирную ферму также дособируют и отправляют на сварку.

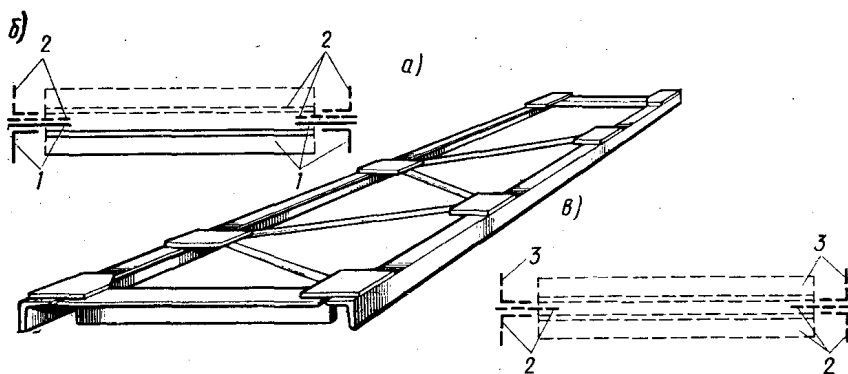


Рис. 14.2. Схема сборки фермы по копиру

Такой способ прост и эффективен, но не обеспечивает необходимой точности размеров ферм и правильного расположения монтажных отверстий, например, для крепления ферм к колоннам. Для увеличения точности сборки на концах копира укрепляют специальные съемные фиксаторы (рис. 14.3), которые определяют положение деталей с монтажными отверстиями и ограничивают геометрические размеры конструкции в пределах заданных допусков.

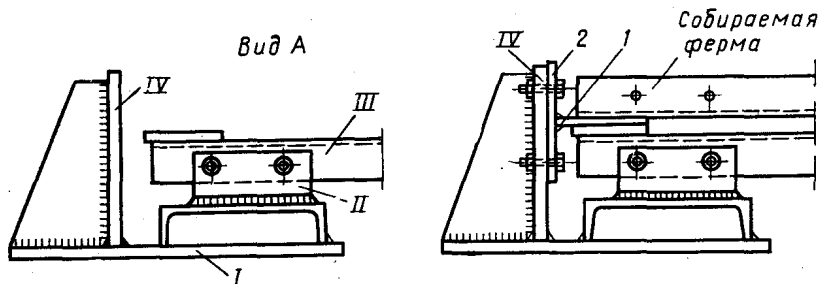


Рис. 14.3. Копир с фиксатором для сборки стропильных ферм:

I — основание фиксатора; II — крепление фиксатора к копиру; III — копир; IV — стойка фиксатора

Сборка ферм по копиру с фиксаторами производится в следующем порядке. Сначала устанавливают концевые планки 2, предварительно сваренные с фасонками 1. Их правильное положение обеспечивают совмещением монтажных отверстий концевых планок с отверстиями в стойке фиксатора III. Затем на копире раскладывают все остальные элементы, производят прихватку, ферму снимают с копира, кантуют и дособируют, как описано выше.

При достаточно большом количестве выпускаемых ферм одного типоразмера становится экономически целесообразным использование кондукторов и кантователей. На рис. 14.4 показан кондуктор, смонтированный на базе плиты с Т-образными пазами, состоящий из отдельных секций и оснащенный элементами универсальных сборных сборочных приспособлений (УССП). Номера на схеме фермы соответствуют номерам под рисунками приспособлений. Регулируемые опоры обеспечивают фиксацию деталей в горизонтальной плоскости; регулировка по

высоте осуществляется при помощи резьбы; фиксация — через отверстия в детали с использованием пробки. Детали, не имеющие отверстий, устанавливают по упорам и перед прихваткой зажимают их при помощи сборочных приспособлений: эксцентриковых зажимов, струбцин, вилок или при помощи переносной пневмогидравлической струбцины.

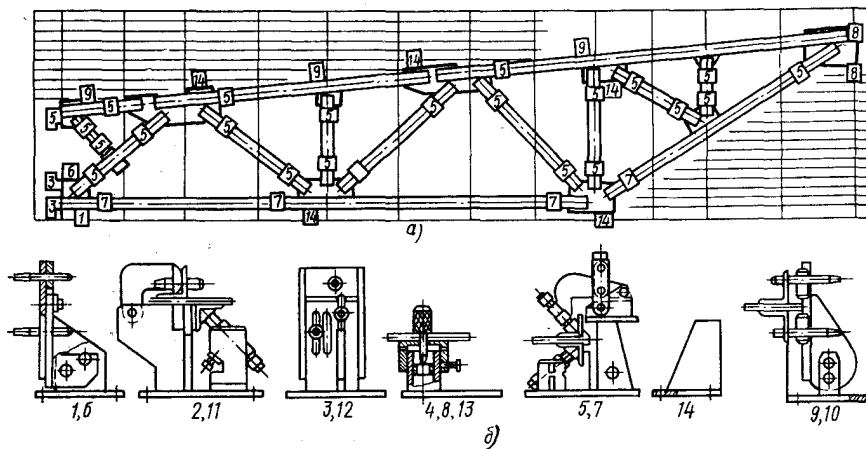


Рис. 14.4. Кондуктор для ферм с применением универсальных сборочных приспособлений

В кондукторе фермы собирают без кантовки. Для поворота их при сборке нередко используют устройство, дополняющее сборочный кондуктор 1 (рис. 14.5). 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. В это время на кондукторе 1 производят сборку следующей фермы.

Использованию механизированных поточных методов при изготовлении ферм препятствует не только разнообразие типоразмеров, небольшое число изделий в серии, но и низкая технологичность типовых конструктивных решений. Большое количество деталей, составляющих ферму, усложняет сборочную операцию, приводит к необходимости выполнения множества швов, различным образом ориентированных в пространстве, и требует кантовки собранного изделия при сварке. Качество получаемых соединений в значительной мере зависит от

квалификации сварщиков и ряда других факторов, характерных для ручного производства.

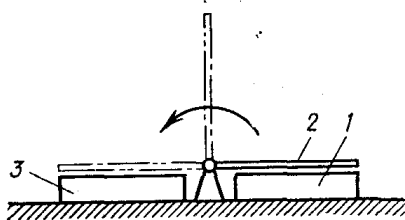


Рис. 14.5. Схема устройства для сборки и сварки ферм

Существенное совершенствование производства стропильных ферм может дать использование дугоконтактной точечной сварки. При этом способе сквозное проплавление элементов суммарной толщиной 20...40 мм без образования отверстия обеспечивается предварительным их нагревом между электродами контактной машины. Визуальное установление наличия сквозного проплавления позволяет надежно и просто контролировать качество соединения. Кроме того, появляется возможность резкого сокращения количества деталей путем выполнения бесфасоночных соединений, а также отпадает необходимость кантовки фермы, поскольку сварку производят с одной стороны.

На рис. 14.6 показан бесфасоночный узел стропильной фермы из одиночных уголков с точечными соединениями.

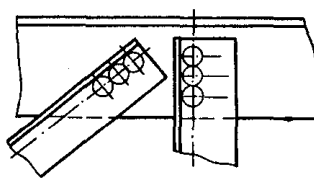


Рис. 14.6. Бесфасоночный узел стропильной фермы, выполняемый контактно-дуговой точечной сваркой

Последовательность выполнения сборочно-сварочных операций представлена на рис. 14.7 и 14.8.

На тележку-кондуктор по упорам последовательно укладывают сначала поясные элементы (рис. 14.7, а), затем стойки и раскосы (рис. 14.7, б), закрепляя их прижимами.

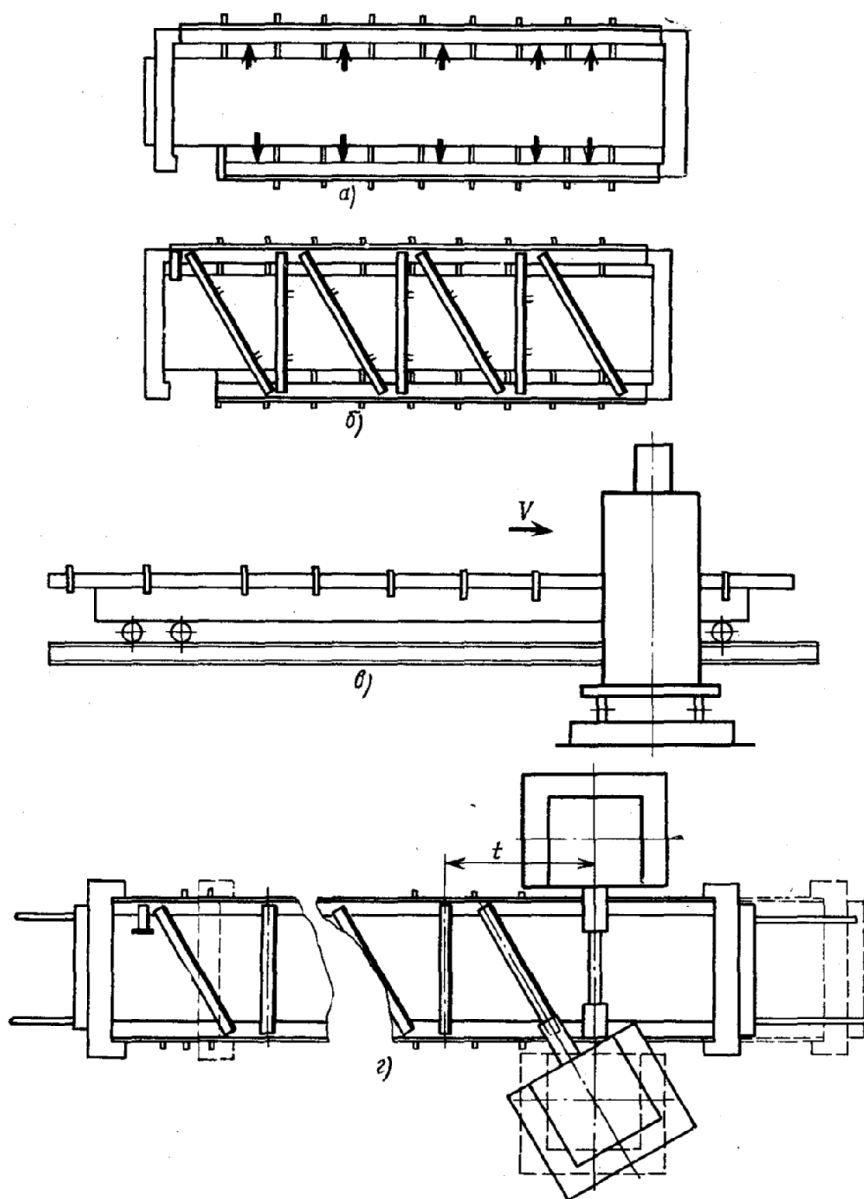


Рис. 14.7. Последовательность сборочно-сварочных операций

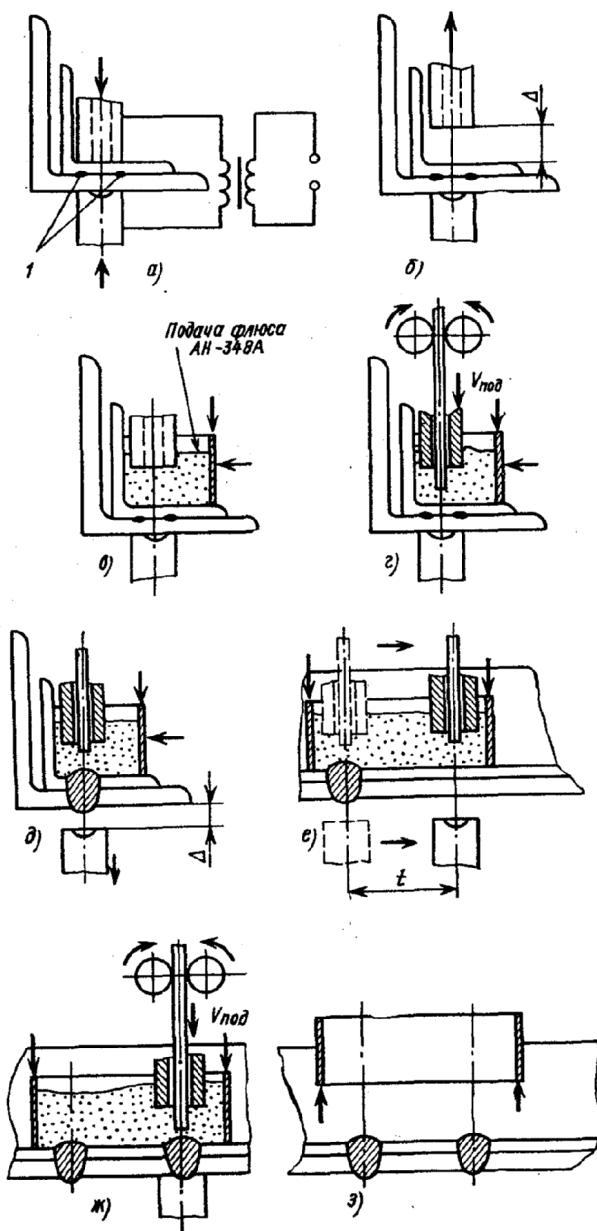


Рис. 14.8. Технология выполнения проплавного точечного соединения

Каждый узел собранной фермы тележка-кондуктор последовательно подает в зону сварки установок, смонтированных на базе точечной контактной машины (рис. 14.7, в). Продольное движение машины обеспечивает перемещение электродов от точки к точке соединения, а поворот—постановку точек по раскосу (рис. 14.7, г). Верхний электрод имеет канал для пропускания сварочной проволоки и мундштук для подвода тока. В нижнем электроде предусмотрена выемка сферической формы для удержания сварочной ванны и формирования проплава точки.

После продвижения к месту постановки точки электроды сжимают свариваемые элементы и при включении тока происходит нагрев зоны точки с образованием прихваточного соединения по кольцевому контуру 1 (рис. 14.8, а). Затем верхний электрод поднимается (рис. 14.8, б); в зону сварки подается флюс (рис. 14.8, в); включается подача присадочной проволоки (рис. 14.8, г) и выполняется первая проплавная точка (рис. 14.8, д). После отвода нижнего электрода и шагового перемещения электродов (рис. 14.8, е) дуговой сварочный цикл повторяется, но уже без предварительного нагрева (рис. 14.8, ж), пропуская ток между электродами. Это позволяет располагать дуговые точки близко друг к другу, создавая компактные соединения, позволяющие обходиться без фасонки. После сварки всех точек на стойке и уборки флюса (рис. 14.8, з) машина возвращается в исходное положение, поворачивается и аналогично производит сварку точек раскоса.

14.2. Технология изготовления ферм с использованием трубчатого профиля

Уменьшить массу фермы позволяет использование трубчатых профилей.

Однако для труб круглого сечения непосредственное соединение элементов в узле получается весьма трудоемким (рис. 14.9, а). Иногда концы труб относительно небольших диаметров сплющивают, что упрощает их соединение в узлах дуговой сваркой (рис. 14.9, б, в). Значительно проще оказывается соединение в узлах труб прямоугольного или квадратного сечения. На рис. 7.58 представлены схема и узлы стропильной фермы из труб прямоугольного сечения, где показано конструктивное оформление крепления элементов решетки к

нижнему и верхнему поясам, а также монтажных стыков в середине пролета.

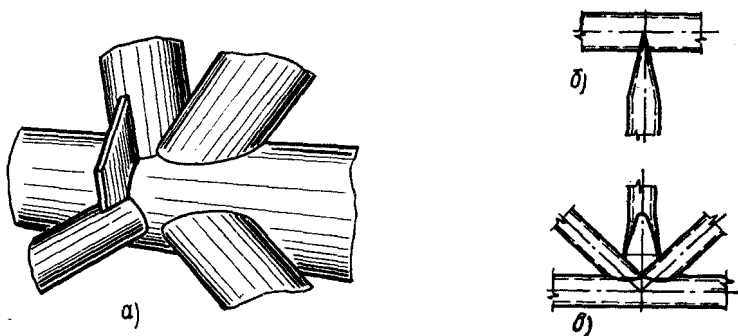


Рис. 14.9. Узлы стропильных ферм из круглых труб

При значительных размерах решетчатую конструкцию изготавливают на заводе по частям и отправляют на место монтажа отдельными секциями. Размеры секций назначают в зависимости от способа транспортировки; при перевозке по железной дороге исходят из габарита подвижного состава. Секции обычно представляют собой пространственные конструкции; в случае их серийного производства для сборки используют специальные кондукторы. Так, на рис. 14.10 показан кондуктор-кантователь для сборки секций опор ЛЭП с параллельными поясами.

На раме 8 закреплены опоры 1 и 6 с планшайбами 3 и 5, которые имеют кронштейны с отверстиями, расположенными в пространстве в соответствии с расположением монтажных отверстий в поясных уголках секции. Копирное устройство для сборки решетки шарнирно закреплено на стойке 4, в рабочее положение его поднимает пневмоцилиндр 10. Поясные уголки секции устанавливают на кронштейны планшайб и по отверстиям закрепляют сборочными пробками при опущенном копире (положение II). Затем включением пневмоцилиндра 10 переводят копир в рабочее положение до упора в выступ стойки 9 и собирают первую плоскость решетки. После этого копир опускают, с помощью привода 2 через вал 7 поворачивают планшайбы на 90° , и операцию сборки решетки повторяют.

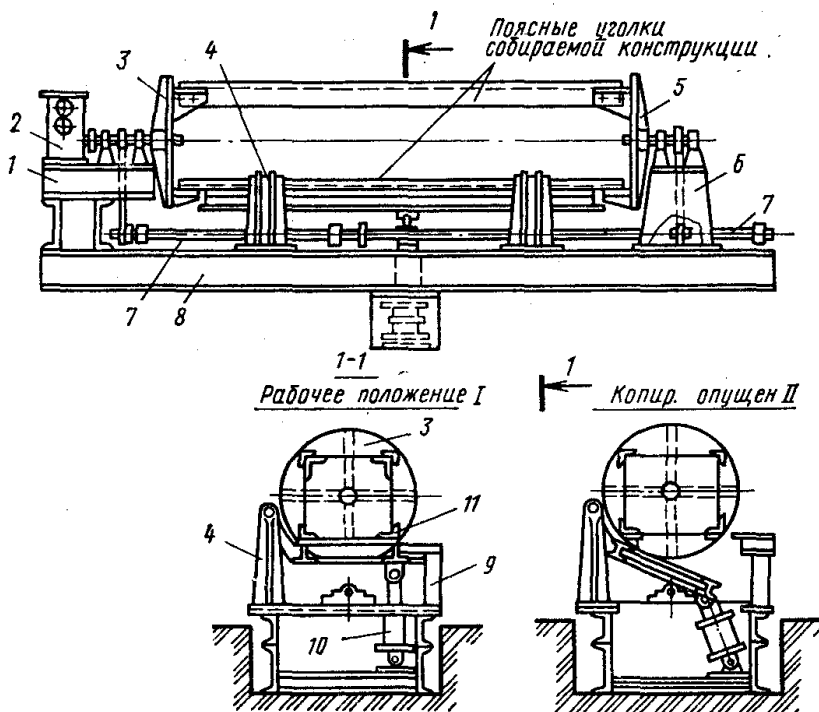


Рис. 14.10. Кондуктор-кантователь для сборки секций опор ЛЭП

14.3. Технология изготовления ферм башенного типа

Пространственные решетчатые конструкции **башенного типа** (радиомачты, радиобашни, конструкции буровых вышек и др.) 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. При монтаже башни секции соединяют на болтах с помощью фланцев, приваренных к торцам поясных труб каждой секции. Точность расположения фланцев, а также совпадение отверстий на монтаже обеспечиваются заводской сборкой секций в кондукторе.

14.4. Технология изготовления мостовых ферм

Мостовые фермы работают при переменных нагрузках и нередко при низких климатических температурах, что определяет высокую чувствительность их сварных соединений к концентрации напряжений. Поэтому в процессе проектирования и изготовления сварных мостовых пролетных строений особое внимание уделяют предотвращению и устранению концентрации напряжений в сварных соединениях и узлах.

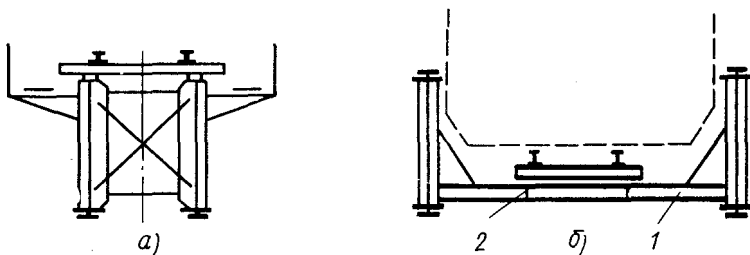


Рис. 14.11. Схемы поперечного сечения пролетного строения со сплошными стенками при езде поверху (а) и понизу (б)

Простейшее пролетное строение железнодорожного моста при езде поверху (рис. 14.11, а) состоит из двух главных балок, соединенных системой связей. Непосредственно на пояса балок укладывают мостовые брусья, на которых располагают рельсы. Главные балки обычно имеют двутавровое сечение. Такие мосты с пролетами 18,2; 23,0; 27,0 и 33,6 м изготавливают, как правило, цельносварными на заводе и доставляют на строительную площадку в готовом виде, т. е. одним блоком. Такие же пролетные строения, предназначенные для эксплуатации в условиях низких температур, изготавливают на заводе в клепаном исполнении.

В железнодорожных мостах с ездой понизу (рис. 14.11, б) расстояние между главными балками значительно увеличивается и возникает необходимость в устройстве балочной клетки из продольных 2 и поперечных 1 балок. По такой схеме выполняют железнодорожные мосты больших пролетов со сквозными фермами. Стержни таких мостов в большинстве случаев имеют сварное корабчатое сечение без внутренних диафрагм.

Сходящиеся в узлах элементы прикрепляют к развитым по высоте специальным фасонкам, как правило, на фрикционных высокопрочных болтах или заклепках.

В автодорожных мостах широкое распространение получили конструкции с цельносварными главными продольными балками двутаврового сечения 1, железобетонной плитой 2, вспомогательными балками 3 и поперечными связями 4 (рис. 14.12, а). Совместную работу железобетонной плиты 2 с балкой 1 обеспечивают при помощи упоров, привариваемых к верхнему поясу балки (рис. 14.12, б).

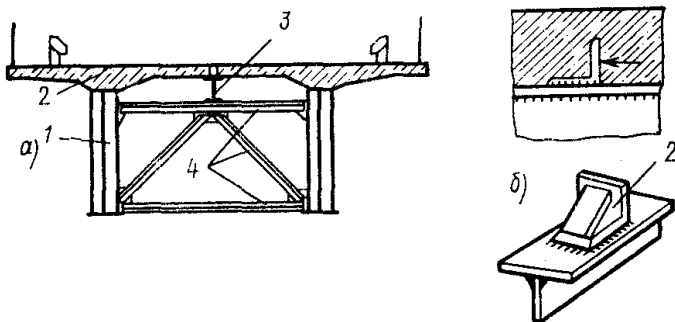


Рис. 14.12. Пролетное строение с ездой понизу

Контрольные вопросы:

1. Каковы приемы сборки и сварки плоских ферм в условиях мелкосерийного производства?
2. Чем определяется целесообразность использования дугоконтактного метода выполнения сварных соединений стержней стропильных ферм?
3. Какую оснастку для сборки и сварки габаритных элементов пространственных решетчатых конструкций используют в условиях завода?
4. В чем проявляется различие конструктивного оформления приемов монтажа мостовых пролетных строений в зависимости от их назначения и размеров?

Лекция № 15

Технология изготовления решетчатых конструкций

План:

- 15.1. Технология изготовления арматурных сеток и каркасов
- 15.2. Технология выполнения стыков арматурных стержней

15.1. Технология изготовления арматурных сеток и каркасов

Сварные элементы арматуры железобетона (сетки, плоские и пространственные каркасы) относятся к решетчатым конструкциям. Сетки из взаимно перпендикулярных стержней круглого или периодического профиля, соединяемых контактной сваркой, могут быть рулонные (рис. 15.1, а) и плоские (рис. 15.1, б).

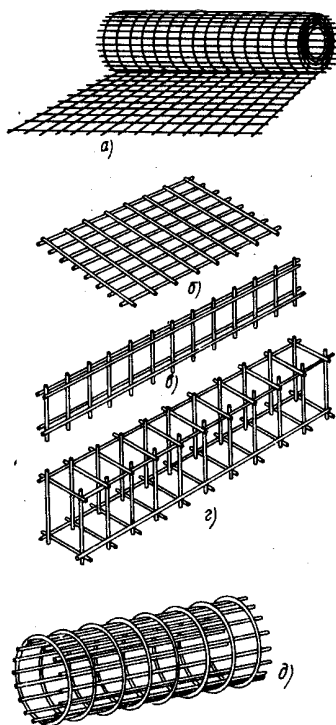


Рис. 15.1. Типы изделий арматуры железобетона:
а, б — сетки; в — плоские каркасы; е, д — пространственные каркасы

Такие сетки предназначены для армирования плит перекрытий, перегородок, покрытия дорог, аэродромов, каналов и других элементов конструкций и сооружений. Типы сварных каркасов разнообразны. Плоские каркасы (рис. 15.1, в) используют в балочных перекрытиях (рис. 15.2), они состоят из продольной арматуры (поясов) и соединительной решетки в виде отдельных стержней или непрерывной змейки.

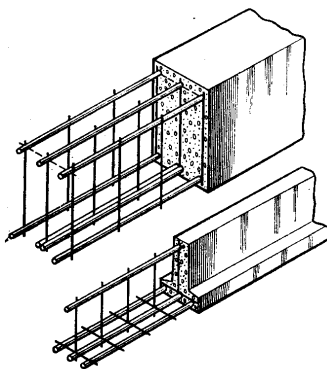


Рис. 15.2. Армирование балок плоскими сварными каркасами

Плоские каркасы, как и сетки, сваривают на точечных контактных машинах. Пространственные каркасы обычно имеют поясные продольные стержни и соединительную решетку либо в виде отдельных стержней, располагаемых по каждой из граней, либо в виде непрерывной проволоки, навиваемой по спирали (рис. 15.1, г. д).

В строительстве применяют сборные железобетонные конструкции, элементы которых изготавливают промышленными методами на заводах с помощью контактной сварки пересекающихся стержней, главным образом с помощью автоматических установок и линий.

Так, в установке (рис. 15.3) из намотанных на барабаны 1 продольных проволок, а также выправленных и нарезанных поперечных проволок 9 контактной точечной сваркой изготавливается непрерывная сетка, разрезаемая на отрезки 8 заданной длины с помощью гильотинных ножниц 7. Продольные проволоки проходят через пятироликовые правильные устройства

2 и направляющие втулки 3. Поперечные проволоки (стержни) по одной захватываются специальным автоматическим механизмом из бункера-питателя и укладываются сверху на продольные проволоки перпендикулярно им. Штоки пневмоцилиндров 5 опускают верхние сварочные электроды, которые зажимают поперечную проволоку во всех ее пересечениях с продольными проволоками.

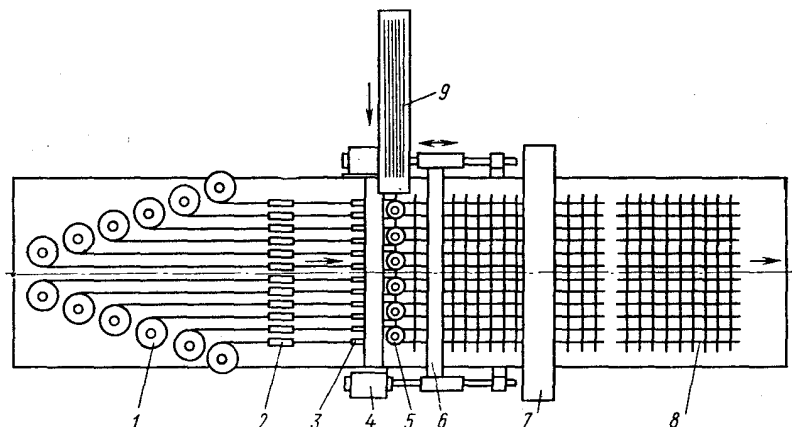


Рис. 15.3. Схема автоматической установки для изготовления арматурных сеток

Подвод сварочного тока к нижним неподвижным электродам — односторонний. Поперечная проволока после сварки с продольными проволоками захватывается крюками каретки 6, которая посредством двух пневмоцилиндров 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 барабанов 1.

Решетчатый настил отличается от сетки тем, что имеет большую жесткость, определяемую набором вертикально расположенных полос, соединенных поперечными стержнями (рис. 15.4).

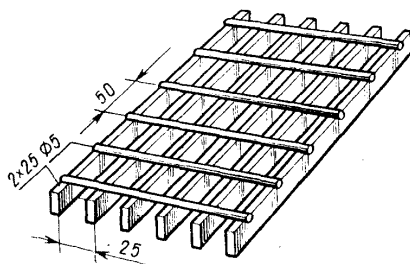


Рис. 15.4. Элемент решетчатого настила

Схема автоматической линии для изготовления настилов показана на рис. 15.5, а.

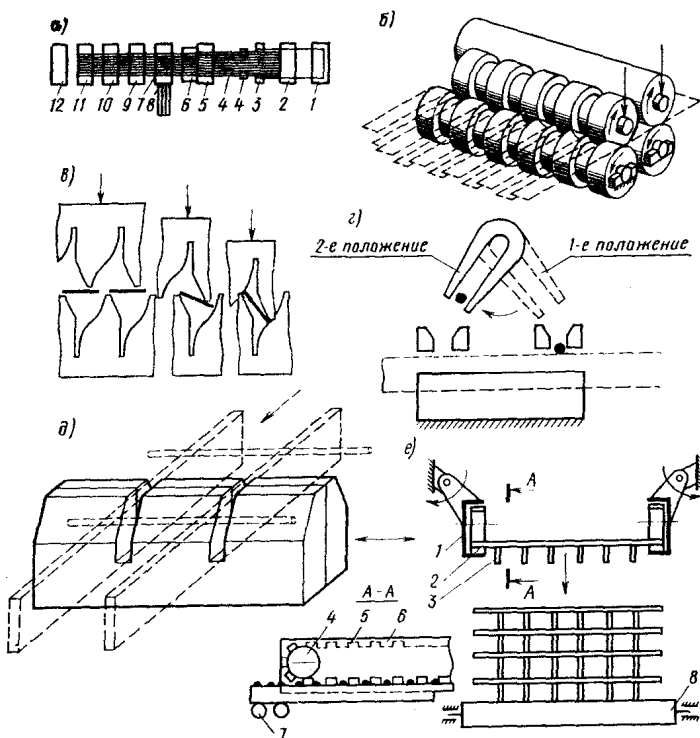


Рис. 15.5. Автоматическая линия изготовления решетчатых настилов:

а — схема линии; б - дисковые ножницы; в - поворот полосы; г — укладка поперечных стержней; д — резка решетки; е - механизм штабелера

Лента сечением 1250x2 мм из рулона 1 в агрегате 2 разрезается дисковыми ножницами (рис. 15.5, б) на полосы шириной 25 мм, которые в периодически действующем устройстве 6 (рис. 15.5, в) поворачиваются на угол 90° и подаются в машину для контактной сварки 7 по каналам, фиксирующим шаг между ними.

Поперечные стержни из питателя 8 подаются под электроды машины попарно (рис. 15.5, г) с шагом 50 мм. Электроды прижимают стержни к торцам полос и осуществляют рельефную сварку при прохождении тока от одного электрода к другому через стержень, полосу, медную подкладку, вторую полосу и второй стержень. После сварки решетка перемещается шаговым механизмом 9. Ножницы 10 (рис. 15.5, д) разрезают готовую решетку на отрезки заданной длины, которые поступают в штабелер 11, а затем на промежуточное складочное место 12. Штабелер (рис. 15.5, е) имеет две направляющие 1 со звездочками 4 (см. сечение А—А), перемещающими решетку по рольгангу 7 с помощью цепи 6 с траками 5. Перемещаясь в направляющих штабелера, концы поперечных стержней попадают в промежутки 2 между траками цепи и движутся вместе с цепью, пока решетка полностью не выйдет за пределы рольганга 7. Тогда включается поворот направляющих штабелера в направлении, показанном стрелками, и решетка под собственным весом падает на рольганг 8. После накопления штабеля заданной высоты включается рольганг 8 и собранные в штабеле решетки перемещаются на место промежуточного складирования.

В процессе работы ширину настила регулируют ограничением числа полос — лишние полосы наматывают на барабаны 3 в 4 (рис. 15.5, а), причем крайние идут в отход, а средние используются позднее для изготовления настилов. 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.

Объемные арматурные каркасы чаще всего представляют собой ряд продольных стержней, соединенных навитой по спирали проволокой, обычно меньшего диаметра, чем продольные стержни. На рис. 15.6 показана схема автоматической установки для изготовления таких каркасов.

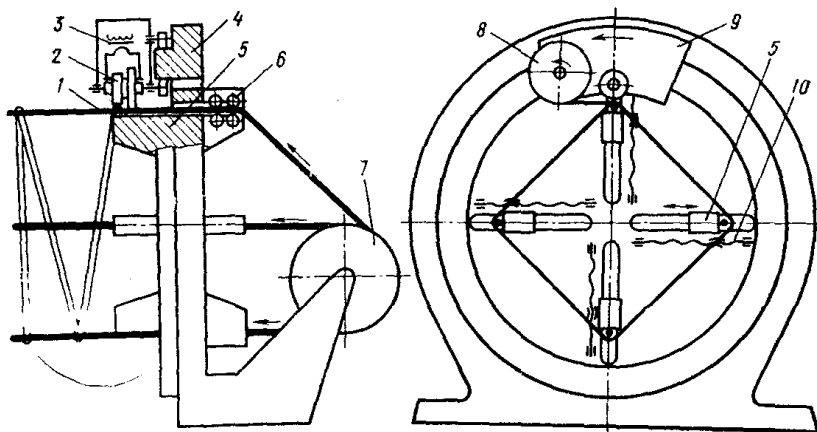


Рис. 15.6. Схема автоматической установки для изготовления объемных арматурных каркасов

Проволоки для продольных стержней 1 поступают с катушек с помощью правильно-подающего устройства 6 в направляющие кронштейны 5, расположенные в пазах неподвижной планшайбы 4. Кронштейны 5 могут перемещаться вдоль пазов в радиальном направлении с помощью ходовых винтов 10. Вокруг планшайбы на специальной кольцевой направляющей перемещается машина для контактной сварки, имеющая сварочный трансформатор 3, роликовые электроды 2, в бухту 8 с проволокой для скрепляющей спирали. Один из роликовых электродов 2 имеет желоб, корректирующий положение очередного витка спирали, а второй контактирует только с продольным стержнем арматуры. Установка имеет универсальный характер; все три движения — подача продольных стержней, их перемещение в радиальном направлении и навивка спирали — управляются программным устройством, позволяющим изменять форму и размеры каркаса в широких пределах непосредственно в процессе изготовления.

15.2. Технология выполнения стыков арматурных стержней

Методы, техника и технология сварки арматурных элементов в значительной степени определяются местом

производства работ (завод, монтажная площадка). Контактная сварка наиболее производительна, но ее применение обычно ограничивается заводами. При изготовлении каркасов для монолитных железобетонных сооружений и выполнении монтажных соединений сборного железобетона применяют главным образом электродугую, ванную и электрошлаковую сварку.

При изготовлении арматуры железобетона стыки стержней в условиях завода сваривают оплавлением на контактных стыковых машинах. В условиях монтажа широко 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 расположении стержней под любым углом друг к другу. Чтобы предотвратить растекание жидкого металла и обеспечить формирование шва, применяют съемные формы; при ванной сварке также стальные остающиеся формы — подкладки. На рис. 15.7 показаны примеры подготовки соединений для ванной сварки с остающимися стальными формами. При сборке встык (рис. 15.7, а), под углом (рис. 15.7, б, в) и с пересечением (рис. 15.7, 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. 15.7, д). Сборка под сварку пересекающихся стержней показана на рис. 15.7, е, ж.

Следует иметь в виду, что сварные соединения с остающейся формой не поддаются визуальному контролю и плохо поддаются контролю просвечиванием. Кроме того, производительность ванной сварки с остающейся формой существенно ниже ванной и электрошлаковой сварки в инвентарных формах (медных, двухслойных, керамических, графитовых). При выполнении монтажных стыков сборных железобетонных элементов ванную сварку с остающимися стальными формами применяют в случае коротких выпусков стержней арматуры, когда нет возможности производить сварку в инвентарных формах. При достаточной длине выпусков использование инвентарных форм более целесообразно, но для

этого требуется высокая точность сборки концов стержней, осуществляемая с помощью комплекса кондукторов и шаблонов.

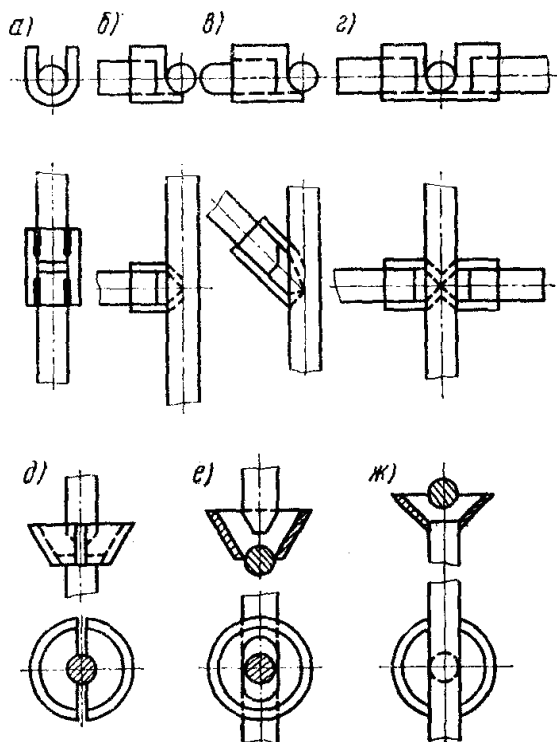


Рис. 15.7. Сварные соединения арматуры, выполняемые ваннным способом

В медных формах обычно делают канавку по периметру шва. Такое усиление требуется для сварных соединений, выполняемых многоэлектродной ванной или электрошлаковой сваркой и предназначенных для эксплуатации только под действием статической нагрузки. Для сварки соединений, работающих при переменных нагрузках, применяют медные формы без канавок и сварку осуществляют одиночными электродами.

Для стыков горизонтальных стержней применяют формы с разъемом как в горизонтальной (рис. 15.8, а, в), так и в вертикальной (рис. 15.8, б) плоскостях.

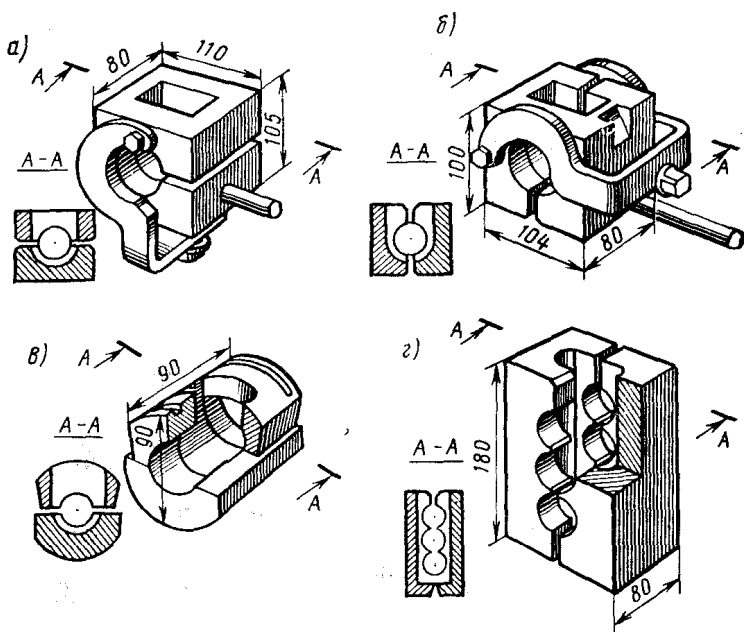


Рис. 15.8. Инвентарные составные медные формы с канавками для сварки стыковых соединений горизонтальных стержней:

а—в — однорядных; г — многорядных

Закрепление их на стержнях производят накладной скобой, шарнирно соединенной с одной из половин (рис. 15.8, а, б). Для стыков вертикальных стержней применяют формы из двух половин с разъемом в вертикальной плоскости. Характерные размеры таких форм для сварки стержней диаметром 20 ... 36 мм показаны на рис. 15.9.

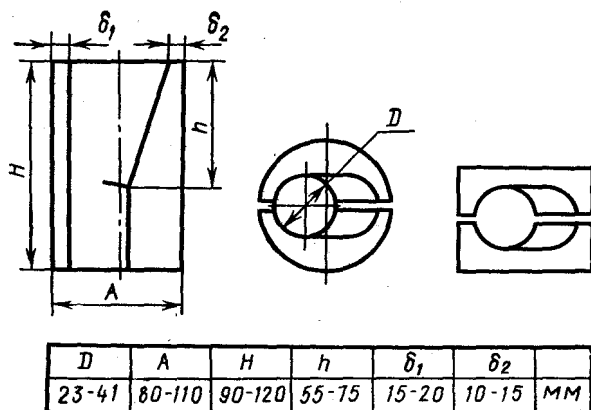


Рис. 15.9. Инвентарные медные формы для сварки стыковых соединений вертикальных стержней диаметром 20 ... 36 мм

Для монтажной сварки сборных железобетонных элементов между собой их арматура включает выходящие на поверхность опорные пластины 2 (закладные части) с приваренными к ним анкерными стержнями 1 (рис. 15.10).

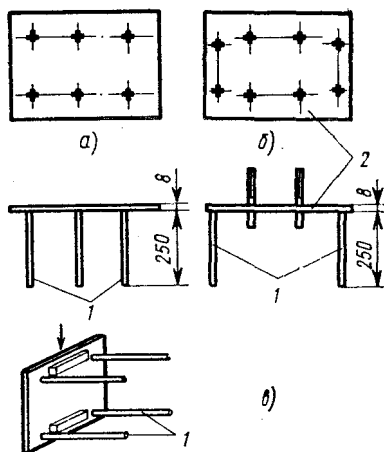


Рис. 15.10. Закладные части арматуры железобетона и пример их расположения в колонне

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные типы сварных арматурных элементов сборного железобетона
2. Приведите примеры установок и линий для сборки и сварки арматуры для элементов сборных железобетонных конструкций.
3. Какие приемы используют при выполнении сварных соединений между элементами сборного железобетона?
4. Какие приемы и методы сварки применяют при выполнении соединений стержней арматуры железобетона?

ЛИТЕРАТУРА

1. Абралов М.А., Дуняшин Н.С., Абралов М.М., Эрматов З.Д. Эритиб пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари. - Ташкент: Борис, 2007.
2. Баранов М.С. Технология производства сварных конструкций. - М.: Машиностроение, 1966
3. Винокуров В.А., Куркин С.А., Николаев Г.А. Сварные конструкции. Механика разрушения и критерии работоспособности. – М.: Машиностроение, 1996
4. Григорьянц А.Г. Основы лазерной обработки материалов. - М.: Машиностроение, 1989
5. Думов С.И. Технология электрической сварки плавлением. - Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1987
6. Куркин С.А., Ховов В.М., Рыбачук А.М. Технология, автоматизация и механизация производства сварных конструкций. Атлас чертежей. – М.: Высшая школа, 1989
7. Козулин М.Г. Технология электрошлаковой сварки в машиностроении: Учебное пособие. Тольятти: ТолПИ, 1994
8. Куркин С. А., Николаев Г. А. Сварные конструкции: Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве. - М.: Высшая школа, 1991
9. Маслов В.И. Сварочные работы. - М.: Издательский центр «Академия», 1999
10. Рыжков Н.И. Производство сварных конструкций в тяжелом машиностроении – М.: Высшая школа, 1980
11. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т. - М.: Машиностроение. 1978- 1979
12. Сварка и резка в промышленном строительстве. /Б.Д. Малышев, А.И. Акулов, Е.К. Алексеев и др.; Под ред. Б.Д. Малышева. - М.: Стройиздат, 1989
13. Сварка и резка материалов: Учеб. пособие/ М.Д. Банов, Ю.В. Казаков, М.Г. Козулин и др.; Под ред. Ю.В. Казакова. - М.: Издательский центр «Академия», 2001
14. Сварка и свариваемые материалы: В 3-х т. Т. II. Технология и оборудование. Справ. изд./Под. ред. В.М. Ямпольского. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998
15. www.svarka.ru

Содержание

Введение	3
Лекция № 1. Оптимальные материалы для изготовления сварных конструкций	6
1.1. Классификация сварных конструкций.....	6
1.2. Материалы, рекомендуемые для изготовления сварных конструкций.....	7
1.3. Технологичность сварных конструкций.....	11
1.4. Этапы проектирования сварных конструкций.....	12
1.5. Технология изготовления и автоматизация производства сварных конструкций.....	13
Лекция № 2. Последовательность технологии изготовления сварных конструкций	16
2.1. Контроль качества металла и сварочных материалов.....	16
2.2. Очистка металла и заготовок.....	17
2.3. Правка.....	19
2.4. Разметка.....	21
2.5. Резка и обработка кромок.....	22
2.6. Гибка.....	25
2.7. Термическая обработка.....	26
2.8. Технологическая наследственность.....	30
Лекция № 3. Транспортные операции	31
3.1. Транспортирующие механизмы в мелкосерийном производстве.....	31
3.2. Транспортирующие механизмы в серийном производстве.....	34
3.3. Загрузочные устройства.....	42
Лекция № 4. Сборочно-сварочные операции	46
4.1. Приемы выполнения операций сборки.....	46
4.2. Приемы выполнения операций сварки.....	50
Лекция № 5. Приспособления и установки для сборки и сварки	51
5.1. Виды сборочного оборудования.....	51
5.2. Классификация механического сварочного оборудования.....	53
5.3. Последовательность проектирования приспособлений.....	53
Лекция № 6. Выполнение сборочных и сварочных операций с использованием робототехники	57

6.1. Общие сведения о промышленных роботах, используемых в сварочном производстве.....	57
6.2. Системы управления манипулятора робота.....	61
6.3. Инструмент, закрепляемый на руке робота.....	62
6.4. Манипуляторы изделия, управляемые роботом.....	66
Лекция № 7. Типовые схемы робототехнических комплексов и их оснастка.....	68
7.1. Робототехнические комплексы с участием рабочего-сборщика.....	68
7.2. Робототехнические комплексы без участия рабочего-сборщика.....	72
Лекция № 8. Проектирование цехов и участков сварочного производства.....	75
8.1 Задачи проектирования сварочного производства.....	75
8.2. Структура предприятия по производству сварных конструкций.....	76
8.3. Этапы проектирования нового или реконструкции действующего производства.....	79
Лекция № 9. Проектирование цехов и участков сварочного производства.....	81
9.1. Компоновка сварочного цеха с продольным направлением производственного потока.....	81
9.2. Компоновка сварочного цеха для производства сложных однотипных конструкций.....	83
9.3. Компоновка сварочного цеха с петлевым направлением производственного потока.....	85
Лекция № 10. Проектирование цехов и участков сварочного производства.....	86
10.1. Строительные конструкции промышленных зданий.....	86
10.2. Планировка размещения оборудования на участках.....	89
10.3. Автоматизация управления работой сварочного цеха.....	94
Лекция № 11. Технология изготовления сварных балок.....	97
11.1. Общие сведения о сварных балках.....	97
11.2. Технология изготовления двутавровых балок.....	97
11.3. Технология изготовления балок коробчатого сечения.....	97
Лекция № 12. Технология изготовления сварных балок.....	104
12.1. Выполнение стыков балок и стержней.....	108
12.2. Изготовление конструктивных элементов из заготовок	

балочного типа.....	108
Лекция № 13. Технология изготовления рамных конструкций.....	116
13.1. Общие сведения о сварных рамных конструкциях.....	116
13.2. Технология производства рамных конструкций.....	116
Лекция № 14. Технология изготовления решетчатых конструкций.....	123
14.1. Технология изготовления ферм.....	123
14.2. Технология изготовления ферм с использованием трубчатого профиля.....	130
14.3. Технология изготовления ферм башенного типа.....	132
14.4. Технология изготовления мостовых ферм.....	133
Лекция № 15. Технология изготовления решетчатых конструкций.....	135
15.1. Технология изготовления арматурных сеток и каркасов..	135
15.2. Технология выполнения стыков арматурных стержней...	140
Литература.....	146

Редактор Ахметжанова Г.М.