

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Юргинский технологический институт
Томского политехнического университета

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

Крампит Н.Ю.
Крампит А.Г.

**СВАРОЧНЫЕ
ПРИСПОСОБЛЕНИЯ**

2008

УДК 693.814.25:621.791.03

СВАРОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. – ЮТИ ТПУ – 2008 – 95с.

Изложены конструктивные особенности сборочно-сварочных приспособлений единичного, серийного и массового производства. Рассмотрены основы базирования деталей и выбора установочных баз. Приведены примеры расчета элементов этих приспособлений и определения экономической эффективности их использования. Даны практические рекомендации по применению и совершенствованию сварочных приспособлений, способствующие развитию технического творчества, направленные на повышение качества сварных изделий и рост производительности труда.

Предназначено для студентов специальности 150202 «Оборудование и технология сварочного производства».

Печатается по постановлению Редакционно-издательского Совета Юргинского технологического института при Томском политехническом университете

Рецензенты:

Сапожков С.Б., докт., техн. наук, профессор кафедры «Сварочного производства» ЮТИ ТПУ, г. Юрга

Князьков А.Ф., канд. техн. наук, доцент кафедры «Оборудование и технология сварочного производства» ТПУ, г. Томск

Ковалев Г.Д., главный сварщик ООО «Юргинский машиностроительный завод», г. Юрга

© Юргинский технологический институт Томского политехнического университета, 2008

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Общие сведения о приспособлениях сварочного производства.....	6
1.1. Назначение и классификация приспособлений	6
1.2. Требования к сварочным приспособлениям	9
1.3. Выбор сварочных приспособлений.....	11
1.4. Проектирование и модернизация приспособлений	13
Глава 2. Разработка принципиальной схемы приспособления	16
2.1. Общие сведения о базировании деталей в приспособлении	16
2.2. Типовые схемы базирования и выбор баз	18
2.3. Разработка принципиальной схемы приспособления	22
2.4. Обеспечение точности изготовления сварных изделий в приспособлениях	24
Глава 3. Элементы приспособлений.....	27
3.1. Основания приспособлений.....	27
3.2. Установочные детали приспособлений и их выбор	29
3.3. Зажимные механизмы приспособлений	33
3.4. Вспомогательные детали, устройства и механизмы приспособлений	47
Глава 4. Конструкции приспособлений, установок и станков	66
4.1. Универсально-сборные приспособления сварочного производства	66
4.2. Переносные приспособления.....	69
4.3. Сборочно-сварочные стенды и кондукторы	73
4.4. Приспособления в сварочных установках и станках	76
4.5. Контрольные приспособления.....	84
4.6. Грузозахватные приспособления.....	85
Глава 5. Сварочные приспособления в механизированных и автоматизированных линиях	88
5.1. Требования к приспособлениям для механизированных и автоматизированных линий	88
5.2. Приспособления в механизированных и автоматизированных линиях.....	90
5.3. Приспособления в роботизированных производствах	99
5.4. Пути совершенствования приспособлений	105
Глава 6. Расчеты экономической эффективности приспособлений	108
6.1. Экономические расчеты на стадии выбора и проектирования приспособления	108
6.2. Расчеты экономической эффективности применения приспособления	110
Глава 7. Техника безопасности, эксплуатация и ремонт приспособлений	112
7.1. Требования безопасности труда со сварочными приспособлениями	112
7.2. Эксплуатация и ремонт приспособлений	116
Приложения	118
Список литературы	124

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время очень актуальным остается вопрос о поднятии производительность труда при уменьшении числа занятых на производстве людей, улучшении качества продукции, обеспечении обновления производства, прежде всего на основе его технического перевооружения и реконструкции, повышении уровня механизации и автоматизации. Для решения требуется широкое применение современного технологического оборудования, механизмов, различных приспособлений, специального инструмента.

Эффективность сборочно-сварочных работ зависит от внедрения новых сварочных приспособлений, различных средств механизации и автоматизации.

Современное сварочное приспособление может использоваться как отдельное устройство для сборки, сварки, контроля, подъема, транспортировки и т.п., а также как неотъемлемая часть сварочной установки, станка, механизированной или автоматизированной линии.

Приспособления являются изделиями индивидуального производства, так как имеют специфические конструктивные особенности и конкретное назначение. Однако, несмотря на их большое конструктивное разнообразие и количество, устройство и правила конструирования приспособлений имеют общие закономерности, единую элементную базу, закономерности построения.

Современному специалисту требуются определенные знания основ базирования деталей и изделий, устройства, функционального назначения, правил эксплуатации и применения сварочных приспособлений. Он должен быть в курсе современных достижений практики в этой области системы применения универсально-сборных и наладочных приспособлений сварочного производства, а также особенностей их применения в комплексно-механизированных и автоматизированных линиях.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

1.1 Назначение и классификация приспособлений

Сварочными приспособлениями называются дополнительные, технологические устройства к оборудованию, используемые для выполнения операций сборки под сварку, сварки, термической резки, пайки, наплавки, устранения или уменьшения деформаций и напряжений, а также для контроля. В комплексно-механизированном сварочном производстве широко применяются загрузочные, разгрузочные, подъемно-транспортные и комбинированные приспособления.

Сборочно-сварочной оснасткой называют совокупность приспособлений и специального инструмента для выполнения слесарных, сборочных, монтажных и других видов работ. Поэтому термин «оснастка» чаще применяется в

судостроении, монтаже, строительстве. Применение сварочных приспособлений позволяет уменьшить трудоемкость работ; повысить производительность труда; сократить длительность производственного цикла; улучшить условия труда; повысить качество продукции; расширить технологические возможности сварочного оборудования; способствует повышению комплексной механизации и автоматизации производства и монтажа сварных изделий.

Сварочные приспособления классифицируются по нескольким признакам (рис. 1) следующим образом:

по выполняемым операциям технологического процесса в сварочном производстве — приспособления для разметки, термической резки, сборки под сварку, сварки, комбинированные (сборочно-сварочные, заготовительно-сборочно-сварочные и др.); для контроля качества; термообработки; правки; механические (для установки, поворота, подачи, передачи, съема изделия или деталей, подъема и перемещения сварщика, установки, поворота и перемещения сварочного автомата или полуавтомата); подъемно-транспортные;

по виду обработки и методу сварки — приспособления для электродуговой сварки (ручной, полуавтоматической и автоматической); электрошлаковой сварки; контактной сварки; наплавки; пайки; термической резки и др.;

по степени специализации — приспособления специальные, предназначенные для выполнения одной определенной операции при изготовлении конкретных узлов в условиях серийного и массового производства; переналаживаемые (групповые), служащие для выполнения данной операции для группы однотипных изделий, близких по конструктивно-технологическим параметрам в условиях мелкосерийного производства; универсальные, предназначенные для выполнения сборочно-сварочных операций в условиях единичного и мелкосерийного производства;

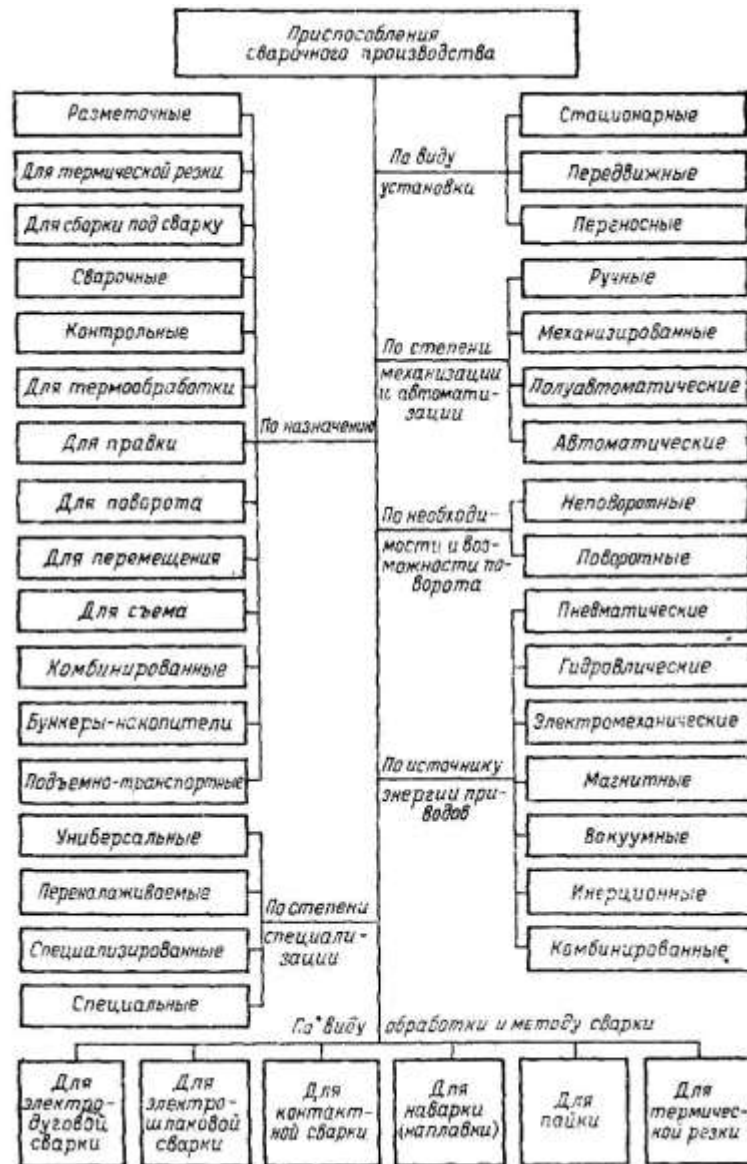


Рис. 1. Классификация приспособлений сварочного производства

по уровню механизации и автоматизации — приспособления ручные, механизированные, полуавтоматические и автоматические;

по виду установки — приспособления стационарные, передвижные и переносные;

по необходимости и возможности поворота — приспособления неповоротные и поворотные.

по источнику энергии привода вращения, перемещения, зажатия деталей — приспособления пневматические, гидравлические, "пневмогидравлические, электромеханические, магнитные, вакуумные, центробежно-инерционные, комбинированные (в крупносерийном и массовом производстве применяются специальные приспособления преимущественно с пневматическим приводом).

В условиях серийного производства требуется повышение производительности и облегчение труда рабочих, в связи, с чем используются специальные приспособления с быстродействующими механизмами загрузки, установки, зажатия, разгрузки, поворота и т.п. Они часто встраиваются в поточно-механизированные и автоматизированные линии. В единичном производстве и

при монтаже применяются простые, универсальные, переносные приспособления с винтовыми, кулачковыми, клиновыми, пружинными и электромагнитными прижимами.

1.2 Требования к сварочным приспособлениям

К конструкциям сварочных приспособлений предъявляется целый ряд требований:

- удобство в эксплуатации (предполагает доступность к местам установки деталей, зажимным устройствам и устройствам управления, местам наложения прихваток и сварных швов, удобные позы рабочего, минимум его наклонов и хождений и другие требования научной организации труда);

- обеспечение заданной последовательности сборки и наложения швов в соответствии с разработанным технологическим процессом;

- обеспечение заданного качества сварного изделия (приспособление должно быть достаточно прочным и жестким, а закрепляемые детали оставаться в требуемом положении без деформирования их при сварке);

- возможность использования при конструировании и изготовлении сварочных приспособлений типовых, унифицированных, нормализованных и стандартных деталей, узлов и механизмов (это способствует снижению их себестоимости приспособлений, сроков их проектирования и изготовления, повышению ремонтоспособности и т.п.).

- обеспечение сборки всей конструкции с одной установки, наименьшего числа поворотов при сборке и прихватке (сварке), свободного съема собранного и сваренного (прихваченного) изделия или монтажного приспособления;

- обеспечение быстрого отвода тепла от места сварки для уменьшения коробления, заданного угла поворота изделия, свободной установки и съема изделия, свободного доступа для осмотра, наладки и контроля;

- технологичность деталей и узлов приспособления, а также приспособления в целом;

- использование механизмов для загрузки, подачи и установки деталей, снятия, выталкивания и выгрузки собранного изделия, применения других средств комплексной механизации.

При разработке приспособлений и оборудования следует руководствоваться принципами художественного конструирования, формообразования машин, а также эргономическими требованиями. Надо определять оптимальную рабочую позу оператора и размеры его рабочего места, хорошо представлять себе конкретные действия человека, его связи с машиной. В сложных случаях необходимо готовить модели или макеты с целью проверки вариантов композиционных решений, при конструировании приспособлений анализировать известные технические решения и широко использовать опыт других предприятий и организаций.

1.2 Выбор сварочных приспособлений

Выбор и разработка приспособлений — один из этапов технологической подготовки производства новых изделий. Конструирование нового приспособления или модернизация существующего производится на основе:

- изучения чертежей и технических условий (ТУ) на сварную конструкцию;
- разработки (изучения) технологического процесса изготовления изделия;
- анализа производственной программы выпуска изделий;
- технико-экономического обоснования наилучшего варианта приспособления из числа возможных.

Изучение чертежей и технических условий на сварную конструкцию. При разработке сварных изделий вопросы их технологичности часто остаются вне поля зрения конструктора. Поэтому при проектировании технологического процесса, выборе и конструировании сварочного приспособления, как правило, возникает необходимость анализа технологичности сварных конструкций, а часто и их изменения. Особое внимание при этом должно быть обращено на конфигурацию деталей, входящих в сборочную единицу, точность изготовления заготовок и состояние их поверхностей. Конфигурация деталей должна обеспечивать их легкую установку при сборке и съеме изделия, доступность к местам прихватки, сварки или наплавки. Технологичные сварные конструкции позволяют применять более простые и дешевые приспособления для их изготовления.

Разработка технологического процесса изготовления изделия. Рациональный технологический процесс сборки и сварки изделия должен быть проработан на уровне маршрутного или развернутого технологического процесса и тщательно изучен конструктором приспособления.

Анализ производственной программы выпуска изделий. Она определяет сложность приспособления, необходимость и целесообразность его оснащения механизмами для комплексной механизации и автоматизации.

Таким образом, выбор типа приспособления зависит от способа сборки и сварки, конструкции изделия, материала и сечений деталей, требуемого качества сборки и сварки, особенно точности размеров, и от заданной производительности. При этом следует помнить о необходимости существенно сократить трудоемкость сборочных и вспомогательных работ, обеспечить стабильное качество изделий, облегчить и улучшить условия труда рабочих, устранить утомительные, монотонные, малоинтересные ручные работы.

В серийном и массовом производствах предпочтительно применение быстродействующих механизированных устройств, приводимых в действие не мускульной энергией человека, а энергией воздуха, жидкостей, электроэнергией и т. п. Человек занимается лишь управлением механизированными устройствами, загрузкой и выгрузкой изделий, установкой деталей и съемом изделий в случаях, когда комплексная механизация и автоматизация затруднена технически и в данный период экономически невыгодна.

Технико-экономическое обоснование при выборе приспособлений. Выбор того или иного приспособления из числа возможных производится на

основе их технико-экономического сравнения. Выбирают, как правило, вариант, наиболее рациональный в техническом и рентабельный в экономическом отношении.

При техническом обосновании следует сравнивать и анализировать: прогрессивность приспособления (производительность, механизацию, рациональность аппаратуры и оборудования, возможность обеспечения качества, трудоемкость, условия труда и техники безопасности, загрязнение среды и т. д.); длительность производственного цикла; габариты и массу приспособлений; площади и кубатуру производственных помещений; потребное количество рабочих; удельную производительность; загрузку оборудования; вид и количество отходов; расход энергии и материалов.

При экономическом обосновании целесообразности применения того или иного приспособления необходимо сравнить капитальные затраты на производство изделий и себестоимости их, определить годовой экономический эффект и срок окупаемости капитальных вложений.

1.3 Проектирование и модернизация приспособлений

Сварочные приспособления проектируются в основном по методам, аналогичным методам проектирования приспособлений для механической обработки, однако от последних они отличаются способами фиксирования и закрепления деталей и изделий.

Рассмотрим основные из них.

1. Собираемое под сварку изделие обычно состоит из значительного числа различных деталей. Их установка в приспособление ведется последовательно, а фиксирование обычно осуществляется независимо друг от друга. Кроме того, их необходимо закреплять либо прижимами, либо прихватками и прижимами (при минимальных зазорах).

2. Отдельные детали и места приспособлений подвержены действию местных высоких температур, брызг и капель расплавленного металла и шлака, шаржирующему воздействию частиц флюсов, шлаковой корки и обмазки электродов.

3. Приспособления должны, уменьшать деформирование деталей и конструкций, вызываемое температурным воздействием сварки.

4. При эксплуатации сварочные приспособления не воспринимают каких-либо значительных внешних сил, кроме усилий от зажимов, собственной массы частей приспособления и массы свариваемого изделия.

5. Для отдельных сварных конструкций необходимо учитывать возможность некоторого свободного перемещения деталей в приспособлении (удлинение при сварке или укорочение при остывании).

6. При недостаточном закреплении в процессе сварки возможно раскрытие стыков, увеличение зазоров, изменение превышения кромок и других параметров соединения, собранного под сварку.

7. При контактной сварке приспособление и свариваемое изделие

оказываются в сильном магнитном поле, может иметь место шунтирование тока через ранее сваренные точки и элементы приспособления, возможны брызги и выплески расплавленного металла.

8. Лучшее качество соединений и наибольшая производительность обеспечиваются при сборке и сварке в нижнем положении, поэтому сварочные приспособления часто проектируются поворотными.

Техническое задание на проектирование или модернизацию приспособлений должно обобщить все основные требования, предъявляемые к приспособлению и отдельным его элементам. Оно оформляется по общепринятой форме, подписывается и утверждается в установленном порядке.

В техническом задании приводятся следующие сведения:

1. Наименование приспособления.

2. Назначение приспособления.

3. Технические требования, среди которых указываются: место установки приспособления; выделяемая площадь; характеристика энергоносителей (напряжение и род тока, давление воздуха, воды, пара); габарит приспособления; требуемая производительность; перечень деталей и сборочных единиц, собираемых (свариваемых) в приспособлении; условия подачи деталей к приспособлению и выдачи изделия, вид транспортных средств; требования к управлению (расположение пульта, необходимость дистанционного управления); требования по технике безопасности; эргономические требования.

4. Технологический процесс с подробной расшифровкой операций, переходов и проходов, выполняемых на данном приспособлении или с его помощью.

5. Дополнительные технические требования, характеризующие режим работы приспособления; возможность его переналадки; степень механизации и автоматизации; надежность; унификацию и стандартизацию; связь с другими приспособлениями; климатические условия эксплуатации; требования к маркировке и упаковке.

6. Экономические показатели от использования приспособления (сметная стоимость, годовой экономический эффект, срок окупаемости капитальных вложений и др.).

7. Рабочие чертежи сварной конструкции (изделия).

8. Чертежи заготовок с фактическими размерами (фактическими отклонениями размеров и формы заготовок).

9. Принципиальная схема приспособления.

10. План цеха с разрезами и сеткой колонн с указанием направления движения изделий, подъемно-транспортных средств цеха и мест расположения энергоносителей.

11. Данные об аналогичных приспособлениях, применяемых на монтажных площадках и в цехах при сварке, и о конструкциях специальных и групповых приспособлений, применяемых на других заводах (в том числе к за рубежом) для изготовления аналогичных сварных изделий.

Для правильного проектирования конструктор должен иметь и внимательно изучить ряд исходных данных.

1. Техническое задание на проектирование.

2. Чертеж собираемого и свариваемого изделия и деталей, входящих в него, технические условия на изготовление.

3. Технологический процесс изготовления изделия.

4. Программу выпуска изделий.

5. Чертежи аналогичных приспособлений.

6. ГОСТы на детали и механизмы приспособлений, альбомы аналогичных конструкций приспособлений, паспорта или технические данные о механическом и сварочном оборудовании, в сочетании с которым будет использоваться проектируемое приспособление.

7. Справочную и техническую литературу.

В соответствии с разработанной принципиальной схемой делается эскизная компоновка приспособления. При этом размеры деталей приспособления и их форма задаются интуитивно без расчета.

Уже при эскизной компоновке разрабатываются наиболее технологичные детали и механизмы приспособления, что снижает трудоемкость и себестоимость изготовления последнего приспособления. Необходимы простота форм, минимальное применение деталей с чисто обработанными поверхностями, максимальное использование нормализованных деталей, унифицированных типовых механизмов, сокращение количества используемых диаметров, длин, посадок, резьб и т.д., компактность и наименьшая масса приспособления.

Чертежи приспособления чаще всего выполняются в две стадии.

Стадия технического проекта. Вычерчиваются сборочные чертежи общих видов без излишних подробностей. Они должны давать полную ясность конструкции приспособления.

Стадия рабочих чертежей. Вычерчиваются рабочие чертежи, которые содержат необходимые данные для изготовления всех деталей, элементов и приспособления в целом. Эти чертежи затем утверждаются и размножаются в виде светокопий в необходимом количестве экземпляров. При разработке рабочих чертежей необходимо руководствоваться требованиями ЕСКД.

Порядок изготовления чертежей общих видов приспособления следующий:

1. Вычерчивают цветным карандашом контур собираемого изделия в двух-трех проекциях на значительном расстоянии друг от друга с тем, чтобы поместились проекции приспособления.

2. Чертят опоры, упоры, пальцы и другие фиксирующие элементы приспособления так, чтобы базовые поверхности деталей с ними соприкасались.

3. Вычерчивают зажимные механизмы и приводы.

4. Наносят вспомогательные устройства и детали.

5. Оформляют корпус приспособления с учетом удобного размещения всех элементов приспособления.

6. Вычерчивают необходимые разрезы, сечения и виды.

7. Делают увязку приспособления со средствами механизации (межоперационный транспорт, грузоподъемные механизмы).

8. Оформляют чертеж приспособления. Проставляют размеры (габаритные, с особой точностью), допуски, составляют спецификацию деталей. Указывают технические требования к сборке приспособления.

9. Согласовывают и утверждают чертежи.

В процессе разработки и вычерчивания приспособления производят необходимые расчеты деталей и элементов (прочности, жесткости, износостойкости и т.п.). При модернизации приспособления производят его перекомпоновку с заменой одних устройств и механизмов другими, более прогрессивными, или коренную переделку приспособления.

2 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

2.1 Общие сведения о базировании деталей в приспособлении

Базированием называют определение положения деталей в изделии относительно друг друга или изделия относительно приспособления, рабочего инструмента, технологического сварочного оборудования (сварочной дуги, пламени горелки, электродов контактной машины). При проектировании сборочно-сварочных приспособлений чаще всего приходится иметь дело с установочными базами.

Установочной базой следует считать каждую поверхность детали, которой она соприкасается с установочными поверхностями приспособления. Благодаря контакту с этими поверхностями деталь (узел) получает строго определенное положение относительно приспособления или сварочного оборудования.

Любое твердое тело имеет шесть степеней свободы: перемещение в направлении трех координатных осей x , y и z (рис. 2, а) и вращение (поворот) относительно этих же осей ω_x , ω_y и ω_z . Для базирования любой детали требуется выполнять правило шести точек: *чтобы придать детали вполне определенное положение в приспособлении, необходимо и достаточно иметь шесть опорных точек, лишаящих деталь всех шести степеней свободы.*

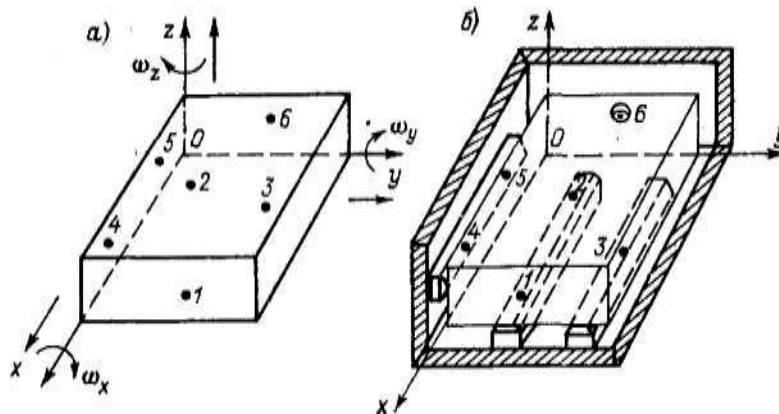


Рис. 2. Схемы базирования деталей на шесть опорных точек (а) и с помощью планок (б)

Опорные точки материализуются различными конструкциями установочных элементов. На рис. 2, б точки 1 ... 5 выделены условно на опорных пластинах, закрепленных на плоскостях x_0y и x_0z , опора со сферической головкой на

плоскости y,z контактируется с деталью в точке b .

В связи с тем, что при сварке электрическая дуга (пламя горелки) не вызывает каких-либо значительных сдвигающих усилий, крепить детали (изделия) во многих приспособлениях, особенно в неповоротных, не обязательно. Силовое замыкание с помощью прижимов, как правило, предусматривают для предупреждения смещения деталей в результате температурного расширения металла, от случайных нагрузок и от собственной массы.

При установке деталей недопустимо использовать более шести опорных точек. Лишние опорные точки препятствуют правильной установке детали; при закреплении ее положение нарушается.

Поверхность детали с тремя опорными точками называется главной базирующей (ГБ); боковая поверхность с двумя точками — направляющей; торцевая поверхность с одной точкой — упорной.

2.2 Типовые схемы базирования и выбор баз

Характерной особенностью сборочных единиц, изготавливаемых методами сварки, является необходимость сборки нескольких деталей (иногда нескольких десятков деталей) в последовательности технологического процесса. При сборке таких изделий ранее установленные детали, соприкасающиеся с установочными поверхностями приспособления, становятся базами для монтажа последующих деталей, поэтому требования надежности закрепления первых повышаются.

Из всего многообразия заготовок и деталей, собираемых в сварные изделия, наибольшее распространение имеют призматические заготовки, у которых в качестве установочных баз используют три взаимно перпендикулярные плоскости. При наложении на такую заготовку шести координатных связей она будет лишена всех степеней свободы (рис. 2, точки 1...6). Часто точного положения заготовки во всех трех координатных плоскостях не требуется, ограничиваются упрощенным базированием по двум или одной плоскости (рис. 3).

На рис. 3, а заготовка лишена пяти степеней свободы, на рис. 3, б — трех (остальных степеней свободы заготовка может быть лишена за счет сил зажима Q). Чем меньше степеней свободы требуется связать при базировании детали, тем проще конструкция приспособления и ниже его стоимость. Однако при упрощенном базировании снижается точность сборки изделий.

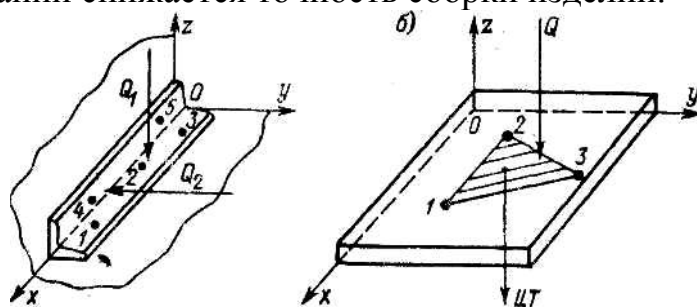


Рис. 3. Схемы базирования деталей по двум (а) и одной (б) плоскостям

Базирование деталей, входящих в сборочную единицу, осуществляется с применением многообразных соединений, которые можно выделить в типовые. При этом за основу следует брать форму и шероховатость поверхностей базирования, а также точность обеспечения установочных размеров.

В сварочных приспособлениях часто базирование заготовок, например листовых, ведется по плоскости. В этом случае заготовку достаточно опереть на три точки в плоскости x_0y_0 (рис. 3, б). Однако для устойчивого положения ее центра тяжести (ЦТ) должен находиться внутри треугольника, вершинами которого являются эти точки.

Фиксирование заготовок типа «втулка» по цилиндрическим поверхностям производится с помощью пальцев. Деталь 1 надевается отверстием на цилиндрическую оправку-палец 2 (рис. 4). В этом случае деталь лишается четырех степеней свободы (остается вращение и перемещение относительно оси oz).

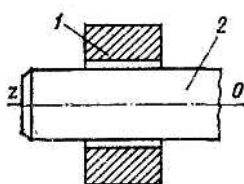


Рис. 4. Схема установки втулки на палец

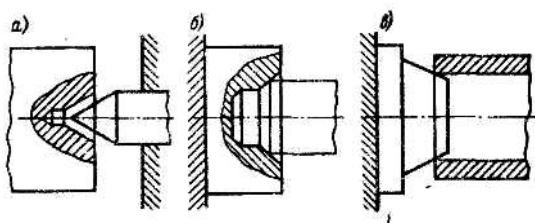


Рис. 5. Установка на конусы деталей типа «вал» (а и б), втулок и труб (в)

Для деталей с внутренней цилиндрической или конической поверхностью в качестве установочных элементов могут применяться конусные оправки или установочные конусы (рис. 5).

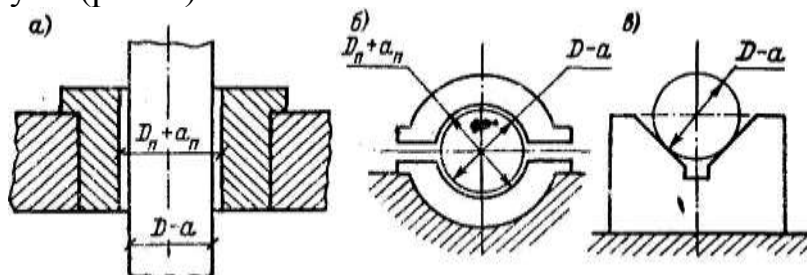


Рис. 6. Установка деталей типа «вал»

Деталь типа «вал» может устанавливаться в отверстие сплошной втулки (рис. 6, а), с помощью двух полуотверстий (рис. 6, б), а также на призму (рис. 6, в).

Часто в сборочно-сварочных приспособлениях детали устанавливаются с использованием группы установочных баз. В этих случаях ни один новый установочный элемент не должен лишать деталь тех степеней свободы, которых

она уже лишена ранее другими элементами.

При разработке метода установки деталей группой установочных баз рекомендуется сначала из группы баз выбрать главную, принять метод ее установки и определить, какие степени свободы останутся после установки главной базы. Затем выбирают метод установки первой и, если необходимо, второй дополнительной базы.

На рис. 7, а—в приведены примеры установки детали типа «втулка» группой установочных баз. В случаях, изображенных на рис. 7, а и 7, в, отверстие является главной базой, установка которой лишает деталь четырех степеней свободы, или дополнительной базой (рис. 7, б), когда главной базой является плоскость, перпендикулярная оси отверстия.

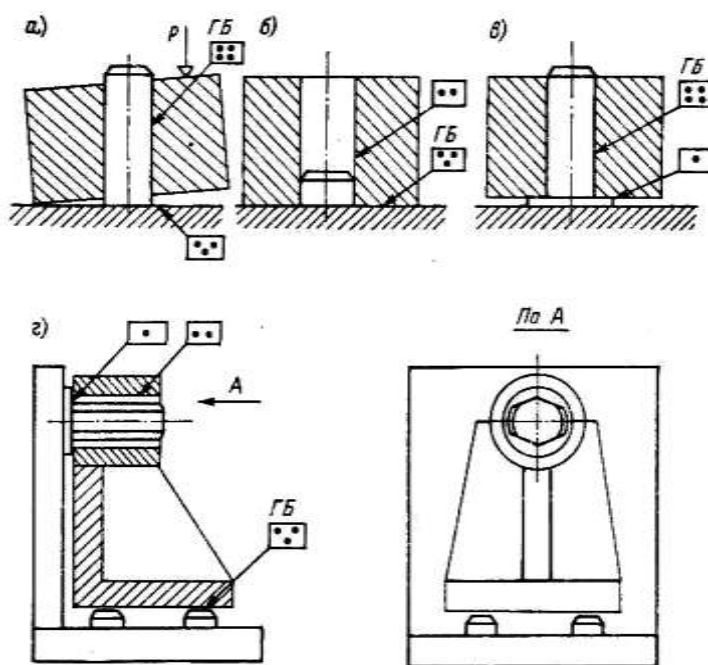


Рис. 7. Число опорных точек при базировании деталей на опорах и пальцах

На рис. 7, г отверстие в детали — дополнительная база, ось которой параллельна плоскости главной базы (ГБ). В этом случае дополнительная база (отверстие) устанавливается на срезанный палец. Если палец короткий (установочная длина $\leq 1,5 D$), то деталь лишается одной степени свободы — перемещения по оси y : если палец длинный (установочная длина $> 1,5 D$)—двух степеней свободы, т. е. перемещения по оси y и вращения относительно оси z .

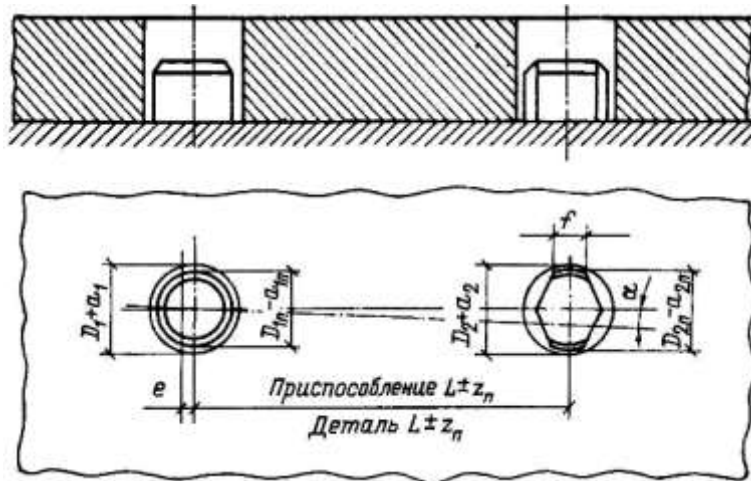


Рис. 8. Базирование детали на цилиндрический и срезанный палец

При фиксировании двумя отверстиями (рис. 8) деталь одним отверстием устанавливается на цилиндрический палец, а другим на срезанный. Допуски на линейные размеры приспособления, например на расстояние между осями пальцев, принимают в пределах 0,5 ... 0,75 допусков соответствующих размеров в детали, устанавливаемой на приспособление. Боковое смещение цилиндрического пальца в отверстии детали e принимают равным половине максимального зазора S'_{\max} между цилиндрическим пальцем и отверстием детали:

$$e = S'_{\max} / 2 = (a + \Delta + a_n) / 2,$$

где a — допуск на диаметр базы D , мм;

Δ — гарантированный зазор, мм;

a_n — допуск на диаметр пальца D_n , мм.

Угловое смещение α или перекося детали определяют по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha = (S'_{\max'} + S'_{\max'}) / 2L,$$

где S''_{\max} — максимальный зазор между отверстием и цилиндрической ленточкой срезанного пальца f , мм.

В качестве главной базирующей поверхности желательно выбирать поверхность, имеющую наибольшие габаритные размеры, а в качестве направляющей — поверхность наибольшей протяженности.

Установочными базами деталей могут служить поверхности как механически обработанные (отверстия, плоскости), так и необработанные, не имеющие волнистости, неопределенной кривизны. Предпочтение отдают менее шероховатым, более чистым и точно расположенным поверхностям.

Форма и масса деталей и сборочных единиц, из которых состоит сварное изделие, в значительной степени определяют возможность их механизированной или ручной установки в сборочное приспособление. В связи с этим конструктору приспособления необходимо сделать индивидуальный анализ особенностей каждой детали с целью ее правильного базирования. Такой анализ, как правило, весьма трудоемок и часто производится не в полной мере. Это объясняется также тем, что в настоящее время теория базирования разработана еще недостаточно (вследствие ее сложности).

Базирование деталей основывается на учете специфики сборки нескольких деталей — первой, второй и т. д. (в последовательности их установки по технологическому процессу), а также величины усилия их зажатия после базирования.

Специфика сборки под сварку заключается в необходимости последовательного ориентирования всех деталей собираемого изделия, их совмещения в соответствии с размерами сборочного чертежа и временного закрепления перед сваркой с помощью зажимных устройств или прихваток.

Для каждой конкретной детали собираемого изделия форма ее поверхности определяет форму поверхности и тип установочных деталей приспособления. Таким образом, конструкция установочных элементов приспособления будет зависеть от правильности выбора базовых точек, линий и поверхностей на деталях, входящих в сборочную единицу.
















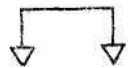


2.3 Разработка принципиальной схемы приспособления

Проектирование приспособления должно начинаться с разработки его принципиальной схемы, которая оформляется в виде простейшего чертежа, выражающего основную идею приспособления.

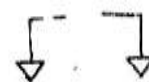
Принципиальная схема сборочно-сварочного приспособления представляет собой чертеж сварного изделия, на котором в виде условных обозначений (табл. 1) указаны места, способы фиксирования и закрепления всех деталей, а также способы и устройства (упрощенно) для установки, поворота, подъема, съема деталей и изделий, другие механизмы. При изготовлении принципиальной схемы наносить на нее все детали будущего приспособления подробно не следует. Детали и механизмы приспособления изображаются на ней условными обозначениями, как правило, карандашом или чернилами другого цвета. При необходимости отдельные механизмы приспособления могут быть выполнены довольно подробно.

Таблица 1.

Условные обозначения опор и зажимов

Наименование	Вид спереди, сзади	Вид сверху	Вид снизу
Опора неподвижная			
Опора подвижная			
Опора плавающая			
Опора регулируемая			
Зажим одиночный			
Зажим двойной			

Примечание. Допускается двойной зажим упрощенно обозначать



На схеме указываются те размеры, которые конструктор должен соблюдать при проектировании приспособления с особой точностью. В качестве установочных баз предпочтительно использовать механически обработанные поверхности или отверстия деталей.

Для установки деталей из прокатных профилей упоры (фиксаторы) необходимо ставить к обушку, а не к полке. Размещение упоров не должно вызывать защемления в приспособлении собранного и прихваченного изделия. Упоры должны исключать сдвиг изделия в сторону установочных элементов и обеспечивать свободный его съем (рис. 9). Для таких изделий неподвижные упоры располагаются не по всему периметру, а лишь по двум смежным сторонам; по остальным сторонам ставят отводные откидные или съемные упоры. В последнем случае точность сборки несколько снижается.

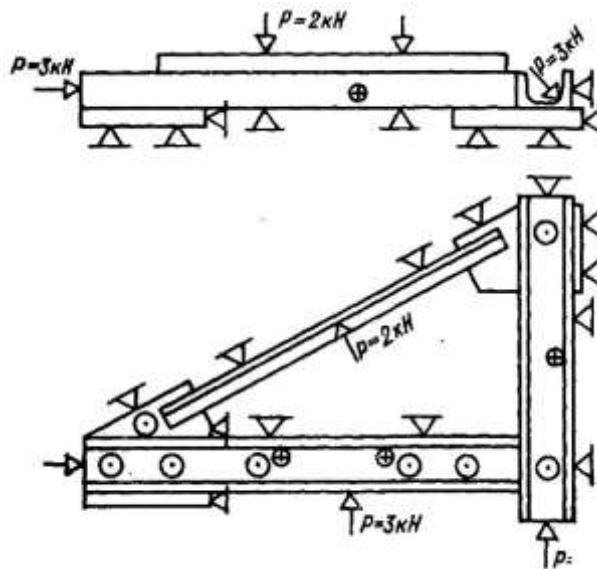


Рис. 9. Принципиальная схема приспособления для сборки кронштейна

Установленные в приспособлении детали или узлы должны сохранять свое положение в процессе сборки, прихватки, сварки или наплавки, поэтому их закрепляют с помощью тех или других зажимных устройств. Чтобы не сместить детали в приспособлении в процессе их зажатия, необходимо правильно выбрать схему расположения опор, а также места приложения сил зажима. Как правило, на выбранной схеме все приложенные к детали силы, стремящиеся нарушить положение детали в приспособлении, а также силы, стремящиеся сохранить это положение (силы трения, реакции опор), отмечают стрелками.

Прижимы располагают против упоров, вблизи них. В одном приспособлении должно быть не более двух типов прижимов (как правило, один).

На схеме приспособления следует указать величину необходимого усилия зажатия, способы определения которого приведены ниже.

2.4 Обеспечение точности изготовления сварных изделий в приспособлениях

Сварные изделия состоят из 2...5 и более деталей, относительное расположение которых задается сборочным чертежом. Сборочное приспособление благодаря своей жесткости должно обеспечивать заданное расположение деталей в сборочной единице при прихватке и сварке. При сборке листов встык требуется выдерживать постоянный зазор, а также предотвращать местное вспучивание листов при подходе дуги. Во всех случаях зазоры в собранных изделиях не должны изменяться.

Процесс сборки сварного изделия в приспособлении состоит из переходов, выполняемых последовательно друг за другом (иногда и параллельно) со всеми деталями и сборочными единицами. Это создает трудности в обеспечении точности сборки.

Точность собираемого и свариваемого изделия определяется двумя методами: расчетным (теоретическим), который осуществляется заблаговременно,

и экспериментальным, приводимым после изготовления изделия.

Теоретический метод может быть расчетно-аналитическим и вероятностным. Расчетно-аналитический метод точности применяют для определения погрешностей единичного изделия. Вероятностный метод может использоваться для анализа точности партии изделий, т. е. охватывает различные комбинации условий реального технологического процесса. Для его реализации требуется ряд экспериментальных данных о точности отдельных деталей, операций и параметров процесса.

Погрешности установки Δ_y определяются суммарным значением погрешностей базирования Δ_6 и закрепления Δ_3 :

$$\Delta_y = \Delta_6 + \Delta_3$$

Погрешности базирования возникают, когда технологическая (исходная) база не совпадает с конструкторской, погрешность закрепления характеризуется смещением детали от базирующих поверхностей приспособления при закреплении.

Все детали в сборочной единице находятся во взаимосвязи друг с другом и образуют размерную цепь, т. е. замкнутую цепь взаимосвязанных размеров, определяющих относительное положение деталей. Для обеспечения заданной точности приспособления конструктору необходимо внимательно проанализировать все сборочные размерные цепи. Например, в размерной цепи, изображенной на рис. 10, составляющими звеньями, оказывающимися причиной изменения размера замыкающего звена A_4 , будут размеры A_1 , A_2 , A_3 . Для пространственных изделий размерная цепь приводится к трем плоскостным размерным цепям.

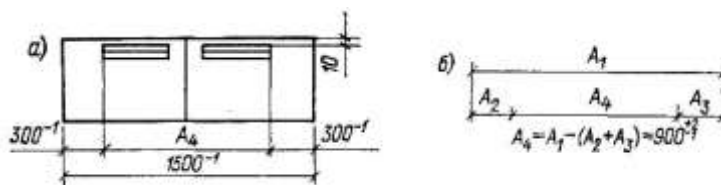


Рис. 10. Схема сварного изделия (а) и его размерной цепи (б)

Обеспечение точности сборки сводится к получению заданной точности замыкающего звена размерной цепи, соответствующей чертежу. Чем больше звеньев в размерной цепи, тем большая ошибка может быть у замыкающего звена. В конструкциях с многозвенными размерными цепями точность изготовления деталей резко повышается, однако при этом возрастает трудоемкость изготовления и стоимость изделия.

Заданную точность установки деталей обеспечивают фиксирующие элементы приспособления, точность расположения которых зависит от допусков на линейные размеры изделия, диаметры фиксирующих пальцев, размеры плоских упоров и т.п. Допуски на линейные размеры в сборочно-сварочных приспособлениях выбирают в пределах 0,5...0,75 допусков на соответствующие размеры в изделиях. Допуск на боковое смещение фиксирующих пальцев принимают равным половине максимального зазора между пальцем и отверстием.

Возникновение погрешностей закрепления связано с возможными

деформациями деталей и приспособления, а также смятием их контактных поверхностей под действием зажимного усилия. В связи с этим жесткость приспособления повышают постановкой соответствующих ребер жесткости или другими средствами.

Для обеспечения достаточной жесткости оснований приспособлений допустимый прогиб двусторонней балки должен быть $f \leq L$ (здесь L — расстояние между опорами). Для оснований в виде каркасов и ферм гибкость в сжатых элементах $\lambda = l/r < 200$ (здесь l — длина элемента, r — наименьший радиус инерции его сечения).

В некоторых случаях и сварных изделиях или деталях предусматривают припуски, учитывающие нестабильность размеров и форм заготовок, сварочные деформации, удаление микронеровностей и слоя материала с измененными физико-механическими свойствами и структурой, полученными при предшествующей обработке, и др.

Для повышения точности изготовления некоторых сварных конструкций их подвергают при сборке предварительным упругим деформациям, обратным по направлению остаточным. С этой целью приспособления имеют соответствующее расположение фиксаторов и прижимов. Предельные отклонения формы и расположения поверхностей приспособлений назначаются при наличии особых требований, содержащихся в технических условиях и чертежах изделий. В остальных случаях отклонения формы и расположения базовых поверхностей приспособлений ограничиваются полем допуска на размер.

Чтобы быстро и точно расположить свариваемое изделие относительно электрода, приспособление необходимо выставить относительно сварочного оборудования или закрепить на нем. У сварочных станков и установок (за исключением контактных рельефных прессов, имеющих Т-образные пазы) нет посадочных поверхностей и отверстий для крепления приспособлений. Поэтому при конструировании приспособления необходимо знать, с каким сварочным оборудованием оно будет сочленяться, выбрать способ установки и крепления приспособления. Остановка может осуществляться на посадочные поверхности, пазы или отверстия, шпиндель, переходное приспособление, общую раму, общий фундамент.

Во всех случаях при установке приспособления возможна некоторая погрешность. Это связано со смещением его в пределах имеющегося зазора. Поэтому в расчетах на точность следует учитывать дополнительную погрешность, равную величине этого смещения. Иногда ее можно уменьшить путем установки приспособления с выверкой в пределах зазоров между сопрягаемыми поверхностями приспособления и посадочного места сварочной машины (станка). Допуски их расположения должны учитывать требования точности чертежа, ТУ на сварное изделие и возможности производства.

3 ЭЛЕМЕНТЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

В общем случае сборочно-сварочное приспособление состоит из основания (рамы или корпуса), фиксирующих (установочных) элементов, прижимов, поворотных устройств, вспомогательных деталей и устройств.

В соответствии со сложностью сварной конструкции, с функциональным назначением приспособления и серийностью производства оно может иметь все или часть перечисленных устройств.

3.1 Основания приспособлений

Основание (рама, корпус) приспособления представляет собой элемент, объединяющий в одну конструкцию все части приспособления. На основании располагаются опорные и направляющие детали, упоры и опоры, определяющие положение устанавливаемых деталей, втулки, бобышки, кронштейны и другие фиксаторы.

Основание воспринимает массу изделия и все усилия, возникающие в процессе сборки, прихватки, сварки, кантовки и т. п. При этом оно должно обеспечивать точность расположения установленных деталей (как в статическом состоянии), а также отсутствие смещений и вибраций при любых поворотах, т. е. обладать достаточной прочностью и жесткостью.

Основание приспособления должно быть технологичным, иметь рациональное конструктивное оформление, обладать возможно меньшей массой и быть компактным. Последнее требование особенно важно для переносных, передвижных и поворотных приспособлений. Форма и размеры основания зависят от конфигурации изделия, собираемого в приспособлении, а также от вида и расположения фиксирующих, зажимных и направляющих элементов.

Основания приспособлений получают отливкой, ковкой, сваркой, сборкой из отдельных элементов на болтах и другими способами. Экономически целесообразно изготавливать сварно-литые, сварно-кованые, сварно-штампованные основания, а также применять для их производства низколегированные стали повышенной прочности, гнутые профили.

При проектировании сварных оснований необходимо, чтобы:

свариваемые детали имели примерно одинаковую толщину;

конфигурация шва обеспечивала высокую усталостную прочность соединения;

одним швом соединялось не более двух деталей;

расположение швов создавало минимум деформаций основания;

обеспечивалось симметричное расположение ребер, усиливающих основания приспособлений, а их приварка производилась с двух сторон.

В сварных основаниях должны отсутствовать соединения с накладками, необходимы припуск на окончательную обработку поверхностей и термообработка для снятия внутренних напряжений.

Сварные основания имеют, как правило, меньшую массу. Их отдельные

части, работающие в тяжелых условиях, могут быть выполнены из легированной стали.

При конструировании литых оснований необходимо: избегать острых углов и резких переходов; не допускать местных скоплений металла; обрабатываемые участки приподнимать над необработанной поверхностью; отверстия в стенках делать в усиливающих бобышках; соблюдать требуемые литейные уклоны.

Основания поворотных приспособлений должны иметь полки или фланцы с отверстиями для крепления к планшайбам кантователей и вращателей. В стационарных приспособлениях предусматривают открытые пазы или отверстия для крепления к фундаменту или к рамам технологического оборудования.

Из-за широкого конструктивного разнообразия оснований их очень трудно стандартизировать. В некоторых случаях в качестве корпуса приспособления используют сборочные плиты с Т-образными пазами, например в УСПС и УНПС. Для крупногабаритных приспособлений целесообразно использовать сварные основания из сортовых профильных материалов и из стальных листов толщиной 8...10 мм. В качестве оснований приспособлений могут применяться также стандартизированные полые коробки с лапами для крепления, швеллер, стойки, угольники, ребра, чугунные плиты, стальные плиты, а также опорные тумбы, оборудованные домкратами.

3.2 Установочные детали приспособлений и их выбор

Установочные детали (опоры, упоры, пальцы, призмы, установочные конусы, постели) образуют базовые поверхности приспособлений и обеспечивают правильную ориентацию деталей в них в соответствии с правилом шести опорных точек.

Опоры приспособлений разделяют на основные и вспомогательные. Основные опоры определяют положение детали в пространстве, лишая ее всех или нескольких степеней свободы (как правило, они жестко закрепляются в корпусе приспособления запрессовкой или сваркой), вспомогательные — предназначены для придания детали дополнительной жесткости и устойчивости, например, в тех случаях, когда деталь может опрокинуться или из-за малой жесткости деформироваться. Вспомогательные опоры индивидуально подводят к установленной детали и закрепляют, в результате чего они превращаются в дополнительные жесткие опоры.

Основными опорами сборочно-сварочных приспособлений могут быть опорные штыри (рис. 11, *a—z*) с плоской, сферической и насеченной головками.

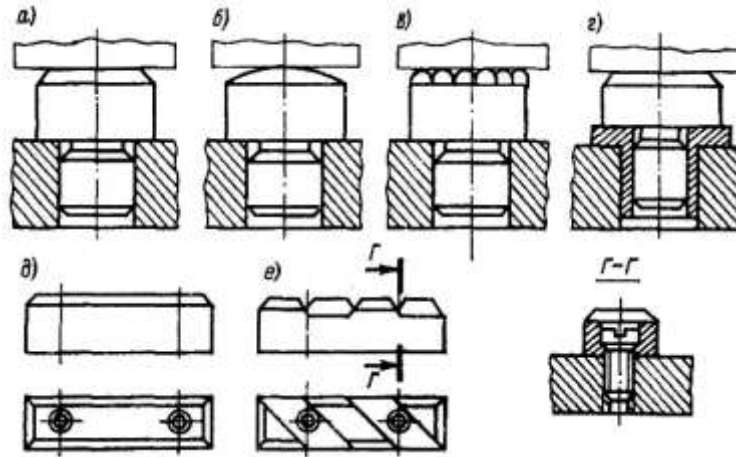


Рис. 11. Опорные штыри (а-г) и опорные пластины (д-е)

Детали больших размеров с обработанными базовыми плоскостями устанавливают на пластины (рис. 11, д и е), а детали небольших и средних размеров — на штыри. Регулируемые винтовые опоры, показанные на рис. 12, могут пригоняться как основные и как вспомогательные опоры. Вспомогательные опоры не влияют на точность базирования деталей.

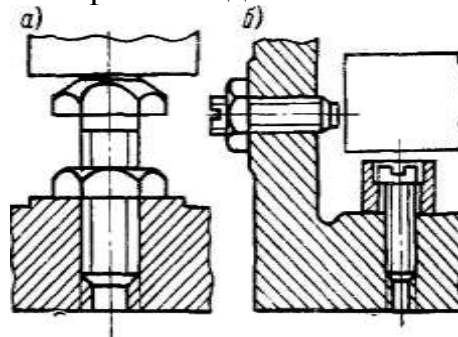


Рис. 12. Винтовые регулируемые опоры

Упоры устанавливают для фиксации деталей по боковым поверхностям. В качестве упоров, размещаемых по контуру монтируемой детали, могут использоваться прямоугольные планки, штыри, ребра. Упоры могут быть постоянными, поворотными, откидными, отводными или съёмными с рифленой, сферической или плоской базовой поверхностью. Постоянные упоры крепятся на корпусе приспособления с помощью винтов или сварки. Для повышения износостойкости рабочие поверхности упоров упрочняют термообработкой или наплавкой.

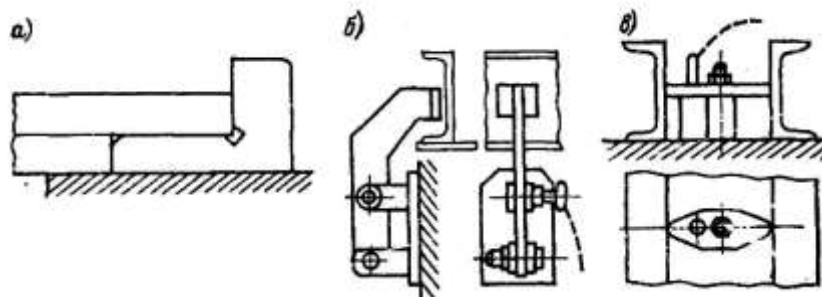


Рис. 13. Упоры постоянные (а), откидные (б) и отводные (в)

Рационально, чтобы упор одновременно являлся и опорной базой (рис. 13, а). Откидные (рис. 13, б) и отводные упоры (рис. 13, в) применяются в тех случаях, когда форма деталей при конструкциях изделия не позволяет свободно снять его после прихватки с приспособления. Длина рабочей части упоров должна быть не меньше двух толщин фиксируемой детали.

В качестве вспомогательных опор могут применяться самоустанавливающиеся одноточечные и подводимые клиновые опоры. С целью механизации и автоматизации приспособлений для перемещения вспомогательных опор применяют механизированные приводы.

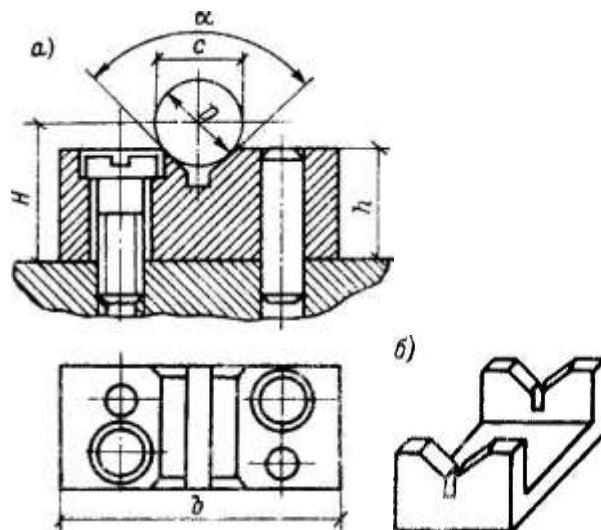


Рис. 14. Установочные призмы

При установке деталей с наружными цилиндрическими поверхностями в качестве основных опор применяют призмы (рис. 14, а) или специальные призмы с выемкой (рис. 14, б) для длинных или ступенчатых деталей.

Зависимость между размерами c , H и h при $\alpha = 90^\circ$ (рис. 14, а) следующая: $H = h + 0,707 D - 0,5 c$.

В переналаживаемых приспособлениях целесообразно применять призмы, у которых размер c можно регулировать.

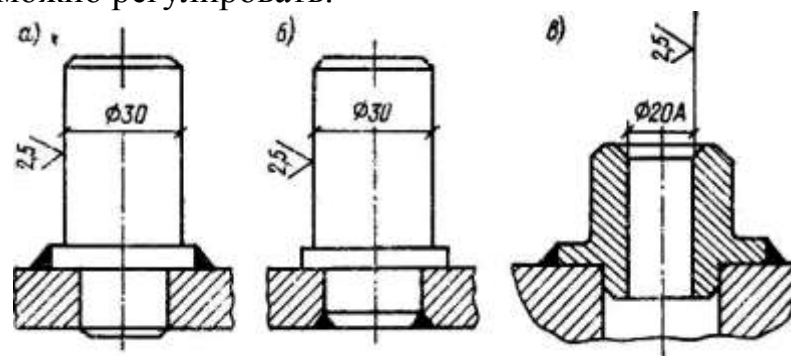


Рис. 15. Схема установки привариваемых чисто обработанных фиксаторов: а — не рекомендуется; б и в — рекомендуется

Предельно допустимая нагрузка Q на призму по условиям контактной прочности

$$Q = 0,7 bD,$$

где b — длина контакта детали с призмой, мм;

D — диаметр детали, мм.

Установочные пальцы могут быть постоянными и сменными. Применяются в сборочно-сварочных приспособлениях для установки на них деталей (изделий) одним или двумя отверстиями. Постоянные пальцы — цилиндрические и срезанные, сменные — цилиндрические и срезанные могут быть длинными ($l \geq 1,5D$) или короткими ($l < 1,5D$).

Следует отдалять обработанные поверхности платиков, пальцев и втулок от места сварки (рис. 15), а точные и чистые поверхности обрабатывать после сварки (рис. 16).

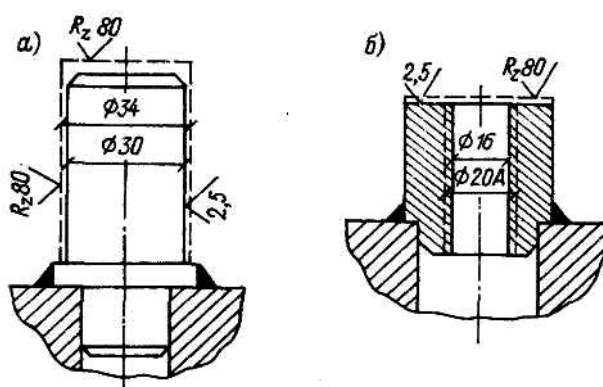


Рис. 16. Схема установки фиксаторов с припуском для обработки после сварки: a — пальцев; b — втулок

Торцевые конусы используются для центрирования цилиндрических деталей по их геометрической оси. Конструкции жестких центров могут иметь коническую (рис. 5, a), срезанную (рис. 5, b) или рифленую поверхность конической фаски. В последнем случае такой конус применяется для передачи крутящего момента на деталь.

В некоторых сборочно-сварочных приспособлениях могут применяться вращающиеся и плавающие центры.

Постели в приспособлениях образуют опорные установочные поверхности, частично или полностью копирующие форму заготовки или изделия (рис. 17).

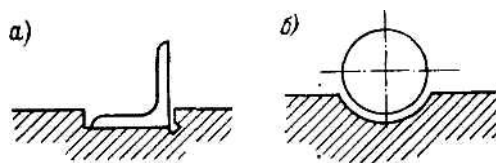


Рис. 17. Установочные постели:

a — опорное гнездо; b — ложемент

3.3 Зажимные механизмы приспособлений

Зажимные механизмы предназначены для закрепления установленных в приспособление деталей, заготовок, сборочных единиц и должны отвечать ряду требований.

1. Зажимное усилие должно прилагаться в выбранной точке и иметь направление, указанное в схеме закрепления. Как правило, зажимы располагаются над опорами или вблизи них. Они не должны создавать опрокидывающего момента.

2. Зажимные механизмы должны развивать заданное расчетное усилие для надежного закрепления деталей.

3. Расчет элементов зажимов (диаметров пневмоцилиндров, винтов, сечения рычагов и т. п.) должен производиться по заранее выбранному или рассчитанному усилию, развиваемому зажимом, а не наоборот.

4. Зажимы не должны нарушать заданное положение деталей, портить их поверхности и вызывать деформирование.

5. Прижимы должны быть быстродействующими.

6. Зажимные механизмы должны быть удобными и безопасными в работе.

В сборочно-сварочных приспособлениях чаще всего применяются прижимы с механическим, пневматическим, гидравлическим, магнитным или электромеханическим приводом. В одном приспособлении желательно применять не более двух типов прижимов.

По степени механизации зажимы делят на:

ручные—работающие от мускульной силы рабочего (их рекомендуется применять в единичном и мелкосерийном производстве);

механизированные — работающие от силового привода, управляемого вручную;

автоматизированные — осуществляющие зажим и раскрепление деталей и узлов без участия рабочего.

Последние два типа зажимов рекомендуется применять в серийном и массовом производстве.

Различные конструкции зажимов имеют разное время срабатывания и закрепления (открепления) деталей (таблица 2).

Расчет зажимных устройств производится обычно в две стадии:

сначала определяют необходимые усилия зажатия деталей и изделий, затем рассчитывают конструкции зажимного устройства и других элементов приспособления на прочность и жесткость под действием этих усилий.

Закрепляемые детали должны находиться в равновесии под действием всех сил зажима, а также сил, возникающих в процессе сварки, и реакций опор. Причем должен обеспечиваться полный контакт базовых поверхностей деталей со всеми установочными элементами приспособления и исключена возможность сдвига деталей.

Продолжительность закрепления деталей

№ п/п	Вид зажимного устройства	Продолжительность закрепления, с
1	Зажим плунжерного вида с пневматическим или гидравлическим приводом	0,5...1,2
2	Ручной эксцентриковый или байонетный зажим	0,7...2,0
3	Винтовой зажим с рукояткой или маховиком	1,5...4,2
4	Винтовой зажим, вращающийся гаечным ключом	3...12
5	Тиски или кулачковый патрон с применением ключа	6...18

В сборочно-сварочном приспособлении могут действовать силы:

- 1) удерживающие изделие от деформирования в процессе прихватки, сварки, остывания и усадки сварных швов;
- 2) обеспечивающие плотное прижатие (без зазоров) деталей;
- 3) обеспечивающие предварительный обратный прогиб деталей с целью компенсации остаточной сварочной деформации (если это предусмотрено технологическим процессом);
- 4) другие силы (силы тяжести изделия, сварочных устройств, инерционные и др.).

Для нахождения первых двух сил теоретическим расчетом (по методам теории сварочных деформаций) или экспериментально (на опытных или головных образцах) определяется форма и размеры остаточных сварочных деформаций или фактических отклонений. Затем расчетным путем устанавливаются усилия, необходимые для того, чтобы свести эти деформации к нулю. При расчетах следует ориентироваться на максимальные величины усилий с учетом их места приложения и направления.

Определять требуемую силу зажима следует с учетом коэффициента запаса, предусматривающего увеличение сил, а также непостоянство установки, закрепления, отклонения формы и размеров заготовок, износ приспособления и т. п. Коэффициент запаса для ручных зажимов рекомендуется брать равным 2, для механизированных — 1,5.

Рассмотрим некоторые примеры.

Стенды для листовых конструкций.

Расчетное усилие p на кромку (рис. 18) определяется по формуле

$$p = P/(4r) = 4,5 fE(\delta / r)^3,$$

где P — искомое давление на единицу длины каждой кромки;

r — радиус круглой выпучины;

f — величина прогиба;
 E — модуль упругости;
 δ — толщина пластины.

Напряжение изгиба вычисляется из выражения

$$\sigma = 2,8fE\delta / r^3$$

Расчетное удельное усилие на обе кромки принимается $Q_p = 2P$.

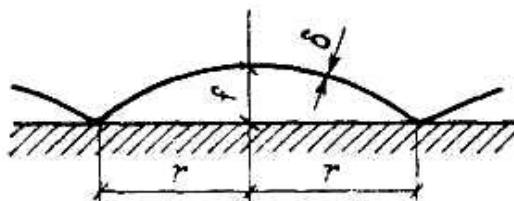
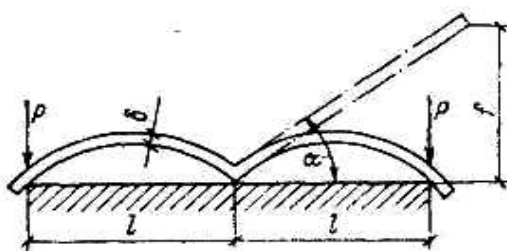


Рис. 18. Деформация листового полотнища в виде круглой выпучины



19. Угловая деформация листов типа «домик»

С учетом коэффициента запаса ИЭС им. Е.О. Патона в своих стендах для сборки и сварки листовых полотнищ принимает $Q_p = 40$ кН (4000 кгс) на 1 м длины шва.

При сравнительно малых угловых деформациях и небольших толщинах ($\delta < 5$ мм) применяют метод расчета, основанный на зависимости реактивного усилия p от величины угловой сварочной деформации α (рис. 19). При использовании этого метода расчета необходимо проверять напряжения в шве, которые не должны превышать предела текучести. Для того чтобы листы на линии прижимов не отделялись от стенда при угловой деформации, на прижимах необходимо приложить усилие

$$p = \delta^3 \operatorname{tg} \alpha E / (4l^2).$$

Затем проверяют, не превышают ли предела текучести напряжения изгиба в металле шва: $\sigma_u = pl / \omega = 6pl / \delta^2$, т. е. $\sigma_u < \sigma_T$. Если в приспособлениях зажатие листов производится без предварительной постановки сборочных прихваток, то усилие трения на зажимах должно быть достаточным для преодоления температурной деформации листов в их плоскости (должно препятствовать расхождению кромок и образованию зазоров в стыке).

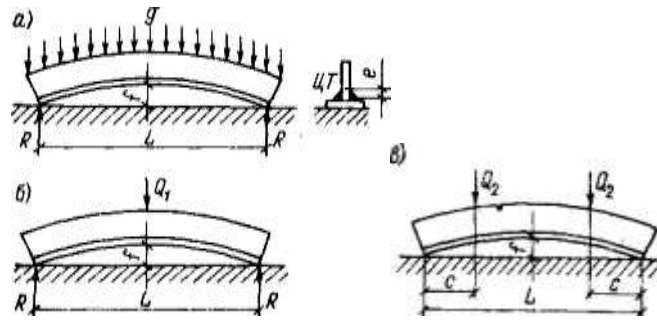


Рис. 20. Продольная деформация сварной балки и схемы ее нагружения в сборочно-сварочном кондукторе

a — равномерно распределенной нагрузкой в виде ряда клавишных прижимов; *б* — сосредоточенной силой посередине длины балки; *в* — двумя силами, симметрично расположенными по длине балки

В магнитном стенде сила сцепления листа со стендом

$$F = p\mu_2$$

где p — сила прижатия листа по одной кромке, Н/см длины; μ_2 — коэффициент сцепления листа с опорной балкой или подкладкой.

В стендах, имеющих зажимное устройство, состоящее из верхних клавишей (с пневмо- или гидроприводом) и нижней опорной балки или плиты, сила сцепления листа со стендом будет

$$F = p(\mu_2 + \mu_1)$$

где μ_1 — коэффициент сцепления листа с клавишами.

Если по расчету для удержания кромок требуются очень большие усилия зажатия, мощности зажимных устройств можно уменьшить, предусмотрев прихватку по концам стыка технологических выводных планок, связывающих обе кромки, либо постановку соединительных скоб, «гребенок».

Стенды и кондукторы для балочных конструкций. Основные расчетные схемы зажимных устройств для балочных конструкций показаны на рис. 20. Усилия на прижимах должны быть достаточными, чтобы деформировать балку в обратном направлении при сборке и удержать балку от деформации во время ее сварки и остывания. Равномерно распределенную нагрузку g (рис. 20, *a*) можно определить по формуле

$$g = 384fEI / (5L^4) = 9,7P_{yc}e / L^2,$$

где f , L , e — обозначения на рис. 20, *a*; E , I — характеристики жесткости сечения: P_{yc} — усадочная сила (при сварке в тавр одним швом $P_{yc} = 1,7 Dk^2$; то же, двумя швами — $P_{yc} = 1,15 \cdot 1,7 Dk^2$): D — диаметр летали (при автоматической сварке, $D = 30\ 000$, при ручной $D = 40\ 000$); k — катет углового шва, см.

Полная нагрузка Q на всю балку будет:

$$Q = gL = 9,6P_{yc}e / L$$

Расчет усилий прижатия более коротких балок (рис. 20, б и в).

Для балки по рис. 20, б

$$Q_1 = 48fEI / L^3 = 6P_{yc}e / L$$

Для балки по рис. 20, в

$$Q_2 = 24 fEI / [c(3L^2 - 4c^2)] = 3P_{yc} eL^2 / [c(3L^2 - 4c^2)]$$

Для двутавровой балки изгиб в противоположном направлении - определяют по выше приведенным формулам с подстановкой в них нового эксцентриситета e и момента инерции всего сечения двутавра. Затем суммируют оба изгиба (тавра и двутавра) и таким образом находят возникающие в кондукторе результирующие усилия.

Аналогичным путем рассчитываются усилия в кондукторах для сварки балок коробчатых, швеллерных и др.

Определение удерживающего усилия кондуктора для сборки и сварки двутавровых балок. Усадочная сила на обоих швах: $P_{yc} = 1,15 \cdot 1,7 DK^2$. Удельная нагрузка: $g = 9,6 P_{yc} / L^2$. Нагрузка на всю балку: $Q = qL$. Опорные реакции по концам: $R = Q/2$.

Определение усилия на прижимах тавровой балки (рис. 21). Поперечную деформацию пояса балки в зажимном устройстве можно рассматривать как изгиб двухконсольной пластинки, заделанной посередине и нагруженной по концам силами P .

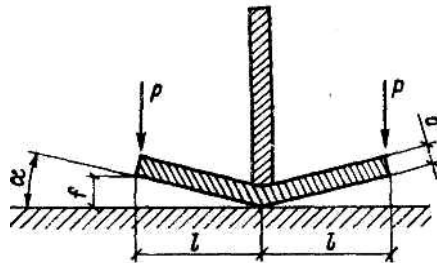


Рис. 21. Поперечная (угловая) деформация пояса балки (грибовидность)

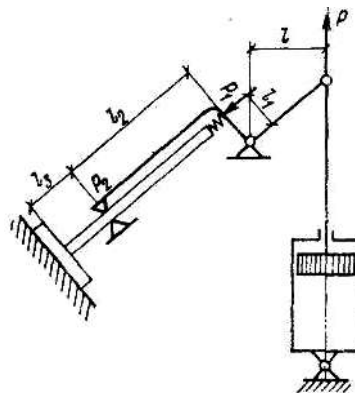


Рис. 22. Расчетная схема зажимного устройства для сборки тавровых балок

Для такой балки критическое значение угловой деформации будет:

$$tg \alpha_{кр} = 2 / 3l \sigma_{дон} / (E\delta)$$

Так как действительная величина деформации меньше критической, то определение необходимого усилия на прижимах производим исходя из условия прилегания краев пояса к ложементу кондуктора:

$$P = \delta^3 \operatorname{tg} \alpha E / (4l^2)$$

Расчет рычажных устройств. Определим усилия на зажимах и усилие пневмопривода (рис. 22), а также размеры цилиндра.

Усадочные силы, действующие по оси швов: после автоматической сварки первого шва $P_{vc1} = 1,7 DK^2$; после сварки обоих швов $P_{vc2} = 1,15 \cdot 1,7 DK^2$

Расчетные усилия, возникающие на зажимах кондуктора под действием усадочных сил, будут: после сварки первого шва $g_1 = 9,6 P_{vc1} / L^2$; после сварки обоих швов $g_2 = 2 \cdot 9,6 P_{vc2} / L^2$

Это значит, что зажимы, расположенные вдоль стенки балки на расстоянии через 1 м, должны воспринимать усилие $S_1 \geq g_1$ каждый, а захваты (зажимы) пояса развивать усилие сцепления с поясом тавра $S_2 \geq g_2$ каждый и располагаться через 1 м.

Усилие бокового прижима P_2 рассчитывают из условия, что создаваемые им изгибные напряжения σ не превосходят σ_T металла шва:

$$P_2 = bh^2[\sigma] / 6l_3$$

где h — высота шва в опасном сечении;

b - расчетная длина шва.

Минимальная необходимая величина P_1 при коэффициенте запаса, равном 1,25, $P_1 = 1,25(S_1 - fP_2)$.

Усилие пневмопривода P находят из уравнения моментов относительно опоры O : $Pl = P_1l_1 + P_2l_2$. Из этого выражения $P = (P_1l_1 + P_2l_2) / l$. Определяют диаметр гидроцилиндра:

$$D = \sqrt{4P / (\pi g_M \eta)}$$

Ход поршня находят исходя из конструктивных соображений. На каждом рычажно-клещевом захвате (через 1 м) необходимо развивать силу сцепления с поясом тавра S_2 . Эти силы должны уравновешивать изгибающее действие продольных усадочных сил в швах, для чего на каждом из захватов нужно создать усилие зажатия

$$Q_2 = 0,5S_2 / \mu$$

где μ — коэффициент сцепления захватов с поясом тавровой балки: $\mu = 0,2$.

Усилие на штоке приводного цилиндра

$$Q_4 = Q_3 \cdot 2 \operatorname{tg}(\alpha + \beta) = \frac{Q_2 b \cdot 2 \operatorname{tg}(\alpha + \beta)}{a - (a + b) / b \cdot f_r}$$

Диаметр пневмоцилиндра привода

$$D = \sqrt{4P / (\pi g_{\text{возд}} \eta)}$$

Определение усилий прижатия узлов к рамам поворотных устройств.

Усилие зажима P узла массой Q , свариваемого в двухстоечном поворотном кантователе (рис. 23), находят из условия, что силы прижатия P обеспечивают сцепление установочных поверхностей M и свариваемого узла с поверхностями опорных платиков рамы приспособления и препятствуют выпадению узла при повороте в наиболее опасное положение (поворот на 90° из плоскости, рис. 23). В этом случае усилие

$$P = k\mu Q / 2$$

где k — коэффициент запаса: $k = 1,5$;

μ — коэффициент трения скольжения стали по стали: $\mu = 0,2$.

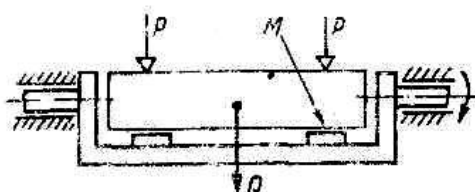


Рис. 23. Схема установки изделия в двухстоечном поворотном кантователе

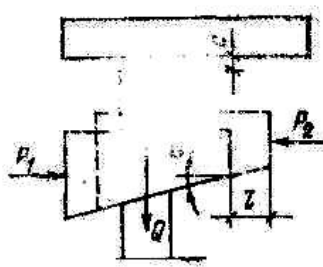


Рис. 24. Расчетная схема клинового прижима.

Определение усилий прижатия различных деталей в решетчатых, рамных и других конструкциях. При сборке решетчатых, рамных и других конструкций требуется спроектировать прижимные элементы приспособлений для зажатия различного вида раскосов, связей, планок, косынок, кронштейнов, накладок и т. п. Производить определение усилий зажатия таких деталей расчетными методами, приведенными выше, весьма трудоемко, а часто и невозможно. Для таких соединений усилия прижатия должны обеспечивать сохранение контакта, заданного зазора или отсутствие зазоров между устанавливаемыми деталями и удержание деталей от возможного сдвига их в процессе прихватки, последующей сборки или сварки.

Учитывая производственный опыт многих машиностроительных заводов и проектных организаций, для закрепления таких деталей усилие каждого необходимого прижима выбирают в пределах (2 ... 6 кН).

3.3.1 Расчет механических прижимов

Клиновые прижимы. Компактны, просты в изготовлении и обладают сравнительным быстродействием. В сборочно-сварочном производстве их используют для поджатия одного элемента к другому, выравнивания кромок или как стяжное устройство.

Для обеспечения условия самоторможения клинового прижима, необходимо, чтобы $\varphi \leq 2\rho$ для одностороннего клина и $\varphi_1 + \varphi_2 \leq 2\rho$ для двустороннего клина (φ_1 и

φ_2 — углы скоса двустороннего клина; φ — угол скоса одностороннего клина; ρ — угол трения: $\operatorname{tg} \rho = f$; f — коэффициент трения скольжения).

Перемещение клина l , необходимого для поджатия детали на величину s (рис. 24), будет $l = s / \operatorname{tg} \varphi$.

Усилие заколачивания клина $P_1 = Q[\operatorname{tg}(\varphi + \rho) + \operatorname{tg} \rho]$

Усилие выколачивания клина $P_2 = Q[\operatorname{tg}(\rho - \varphi) + \operatorname{tg} \rho]$.

Эксцентрикковые прижимы. Являются быстродействующими и применяются в приспособлениях серийного и массового производства.

В сборочно-сварочных приспособлениях преимущественно используются круглые эксцентрики. Прижимное усилие Q , развиваемое таким зажимом (рис. 25), будет $Q = (10 \dots 12) P$; где P — усилие, прикладываемое к рукоятке. Если $P = 150$ Н, то $Q = 1500 \dots 1800$ Н.

Из условия самоторможения определяют основные размеры эксцентрика:

$$Qe \leq F(D/2) + F_1(d/2)$$

где F — сила трения в контакте кулачок — деталь: $F = fQ$; F_1 — сила трения на оси вращения кулачка: $F_1 = f_1Q$.

Тогда $Qe \leq fQ(D/2) + f_1Q_1(d/2)$, или $e \leq f(D/2) + f_1(d/2)$

Так как второе слагаемое очень мало, то им пренебрегают. При $f = 0,15$ для пары сталь — сталь $e \leq 0,075 D$.

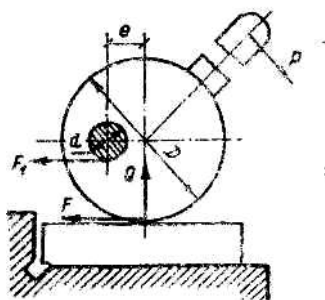


Рис. 25. Расчетная схема эксцентрикового прижима

Винтовые прижимы. Имеют простую конструкцию, невысокую стоимость, надежны в работе, обеспечивают необходимые (иногда значительные) усилия.

По заданному усилию Q рассчитывают винт, гайку, корпус и элементы крепления прижима к корпусу приспособления (рис. 26).

Сила на рукоятке W будет (рис. 26):

$$W = Qr_{cp} / \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) / l$$

где r_{cp} — средний радиус резьбы, мм;

l — длина рукоятки, мм;

α — угол подъема резьбы;

φ_1 — угол трения в резьбовой паре.

Количество витков резьбы в гайке

$$n = Q / [\pi(d_H^2 - d_{BH}^2) \rho_0 / 4]$$

где d_H и d_{BH} — наружный и внутренний диаметр резьбы, см;

ρ_0 — удельное давление на поверхности ниток резьбы: для стального винта и

чугунной гайки $p_0=50 \dots 60$ МПа, для стальной гайки $p_0=90 \dots 130$ МПа.

Высота гайки

$$H=nS/m$$

где S — шаг винта, см;

m — число заходов резьбы.

Наружный диаметр винта

$$d_{нар} = \sqrt{Q/(0,5[\sigma]_p)}$$

где $[\sigma]_p$ — допускаемое напряжение на растяжение материала винта при переменной нагрузке: $[\sigma]_p = 58 \dots 98$ МПа.

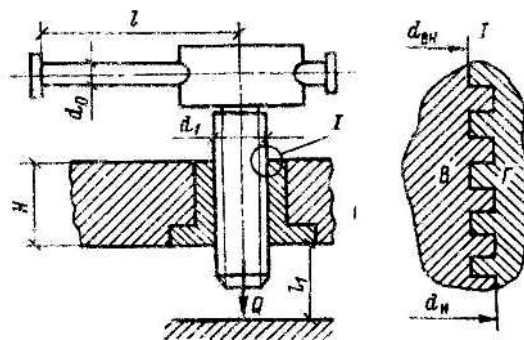


Рис. 26. Расчетная схема винтового прижима.

3.3.2 Расчет и конструирование пневматических и гидравлических прижимов

В сборочно-сварочном производстве нашли широкое применение различные зажимные устройства, действующие от пневматического привода. Такой привод прост по конструкции и в управлении, является быстродействующим, надежен и имеет сравнительно малую стоимость.

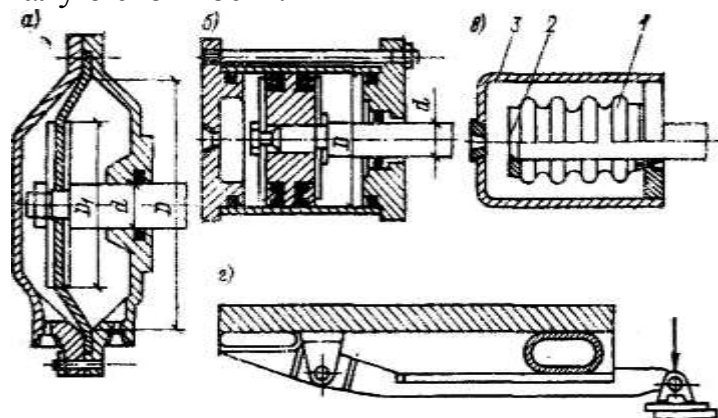


Рис. 27. Типы пневмодвигателей: а — пневмокамера; б — пневмоцилиндр двустороннего действия; в — сильфон; г — пневмошланг; D — расчетный диаметр пневмопривода; D_1 — диаметр тарелки штока; d — диаметр штока; 1 — гофрированная камера; 2 — тарелка штока; 3 — наружная камера

Силовой пневматический привод (рис. 27) состоит из пневмодвигателя (пневмоцилиндра, пневмокамеры, пневмошланга или сильфона), пневматической аппаратуры и воздухопроводов (рис.28).

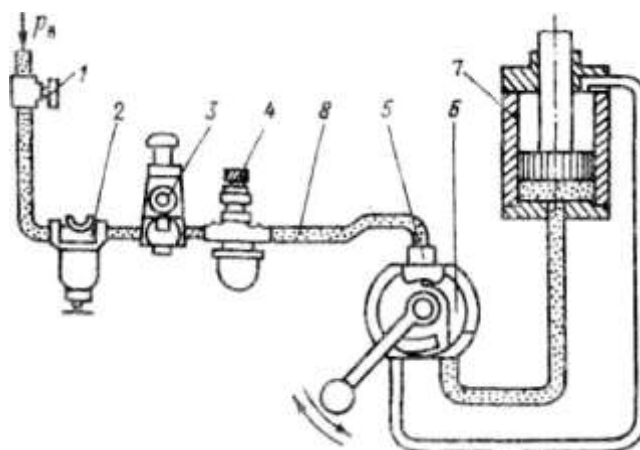


Рис. 28. Схема силового пневмопривода:

- 1 — вентиль воздушный; 2 — водоотделитель; 3 — клапан редукционный;
 4 — лубрикатор; 5 — клапан обратный; 6 — кран управления;
 7 — пневмоцилиндр; 8 — воздухопровод

При необходимости последовательного включения двух приводов перед одним из них устанавливается дросселирующий клапан, замедляющий скорость поступления воздуха. Для автоматизации пневмоприжимов взамен трехходовых кранов ставятся электропневматические клапаны, включение которых производят путевые выключатели.

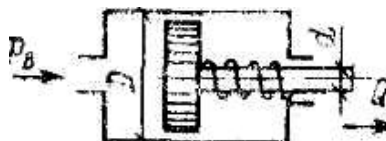


Рис. 29. Схема цилиндра одностороннего действия

Осевая сила на штоке пневмоцилиндра одностороннего действия (рис. 29)

$$Q = \pi D^2 p \eta / 4 - Q_1$$

на штоке пневмоцилиндра двустороннего действия при подаче воздуха со стороны поршня (рис. 27, а)

$$Q = \pi D^2 p \eta / 4$$

а со стороны штока $Q = \pi(D^2 - d^2)p \eta / 4$.

где D — диаметр пневмоцилиндра (поршня);

d - диаметр штока поршня, p —давление сжатого воздуха;

Q_1 —сила сопротивления возвратной пружины в конце рабочего хода поршня;

η — КПД, учитывающий потери в пневмоцилиндре: $\eta = 0,85 \dots 0,90$.

Рассчитав диаметр пневмоцилиндра, подученное значение округляют до ближайшего большего по ГОСТ 15608—81*Е, 6540—68 * и по принятому диаметру определяют действительную осевую силу на штоке.

Пневмоцилиндры по ГОСТ 15608—81*Е выпускаются диаметром 25... 400 мм и рассчитаны на давление сжатого воздуха до 1 МПа. Они могут по-разному крепиться на корпусе приспособления и имеют метрическую (ГОСТ 9150—81) или коническую присоединительную резьбу трубопроводов в крышках.

Прижимы с пневмокамерами компактны, обладают малой массой. Расчет необходимого диаметра пневмокамеры аналогичен расчету диаметра пневмоцилиндра, однако КПД камер $\eta = 0,60... 0,85$, причем значение его для пневмокамер одностороннего действия зависит от хода штока.

В прижимах с пневмошлангами используются прорезиненные пожарные рукава. Возврат прижима может осуществляться возвратным шлангом либо пружиной.

Подвод сжатого воздуха и управление пневмоприжимом осуществляется с использованием различной аппаратуры (рис. 28) — маслораспылителей, фильтров-влагоотделителей (ГОСТ 17437—81*Е), кранов запорных, регуляторов давления (ГОСТ 18468—79*Е), дросселей (регуляторов скорости), кранов управления или ЭПК, обратных клапанов, глушителей шума и трубопроводов. Для подвода сжатого воздуха к пневмоприводам, вращающимся вместе с планшайбой или рамой приспособления, применяют муфты одностороннего или двустороннего действия.

Большинство зажимных устройств сборочно-сварочных приспособлений с пневматическим приводом, как правило, снабжаются механическими рычажными или клиновыми усилителями в виде рычагов 1-го и 2-го рода.

В конструктивном отношении гидравлические прижимы аналогичны пневматическим. Гидравлические прижимы обеспечивают значительно большие усилия (в 10 и более раз) по сравнению с пневматическими того же диаметра, не требуют смазки, работают плавно и бесшумно. В сборочно-сварочных приспособлениях и установках их применяют, когда диаметры цилиндра (более 60 мм) трудно вписать в конструкцию. Расчет гидроцилиндров аналогичен расчету пневмоцилиндров. Выбор гидравлических цилиндров производят по ГОСТ 6540—68*. Существенными недостатками гидроприводов являются высокая первоначальная стоимость (за счет необходимости иметь дорогую гидростанцию) и усложнение эксплуатации из-за частой утечки масла, что ограничивает их применение.

3.3.3 Расчет пневмогидравлических и вакуумных прижимов

Пневмогидравлические приводы, сочетающие в себе пневматический и гидравлический цилиндры с пневмогидравлическим мультипликатором, обеспечивают значительные силы зажима при небольших габаритах и быстродействии привода. Они находят применение в одно-, многоместных и многопозиционных приспособлениях.

Пневмогидравлические приводы работают от сжатого воздуха давлением 0,4...0,6 МПа из цеховой сети при давлении масла в гидравлической части привода 6...10 МПа, создаваемом пневмогидравлическим мультипликатором

(преобразователем).

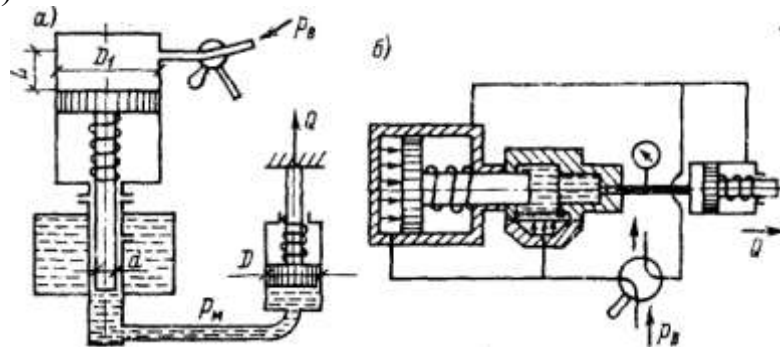


Рис. 30. Схемы пневмогидравлических приводов прямого (а) и последовательного (б) действия

В приспособлениях могут применяться пневмогидроприводы с преобразователями давления прямого (рис. 30, а) или последовательного (рис. 30, б) действия.

Расчет силы Q на штоке рабочего гидроцилиндра (рис. 30, а) ведем из условия равновесия привода, т. е.

$$P_M \pi d^2 / 4 = p_B \pi D_1^2 / 4$$

Из этого уравнения $p_M = p_B (D_1 / d)^2$.

Тогда

$$Q = \pi D^2 p_M \eta_0 / 4 = p_B (D_1^2 / d^2) \pi D^2 \eta_0 \eta_B / 4$$

где η_0 — КПД гидроцилиндра: $\eta_0 = 0,80 \dots 0,85$;

η_B — КПД пневмоцилиндра: $\eta_B = 0,85 \dots 0,95$.

Величина хода штока пневмоцилиндра:

$$L = l (D / d)^2 n / \eta_0$$

где l — ход штока рабочего гидроцилиндра, см;

n — число рабочих гидроцилиндров, питаемых данным преобразователем;

η_0 — объемный КПД привода: $\eta_0 = 0,95$.

Диаметр рабочего гидроцилиндра

$$D = 1,13 \sqrt{Q / p_M}$$

Диаметр штока пневмоцилиндра $d = D (1,75 \dots 2,5)$.

Диаметр пневмоцилиндра

$$D_1 = d \sqrt{p_M / (p_B \eta_B)}$$

Объем сжатого воздуха, расходуемого на одно зажатие детали,

$$V = (\pi / 4) D_1^2 L$$

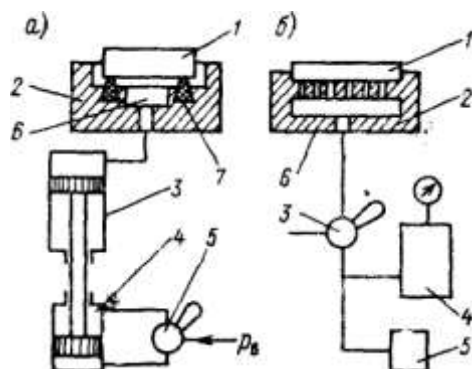


Рис. 31. Схемы вакуумных прижимов с приводом от пневмоцилиндра (а) и от вакуумного насоса (б)

В вакуумных прижимах закрепление тонкостенных деталей производится под избыточным атмосферным давлением, возникающим за счет разрежения в вакуумной полости (рис. 31). Это разрежение может создаваться вакуумным цилиндром 3 (рис. 31, а), соединенным каналом с вакуумной полостью 6. Герметичность полости 6 обеспечивается резиновой прокладкой 7, установленной в корпусе 2 приспособления. Управление пневмоцилиндром 4, связанным с вакуумным цилиндром 3, осуществляется распределительным краном 5, к которому подводится сжатый воздух от цеховой пневмосети.

Сила зажима W детали 1 будет

$$W = (p_a - p_0)F - p_y$$

где p_a — атмосферное давление, МПа;

p_0 — остаточное давление в камере после разрежения: $p_0 = 0,0] \dots 0,015$ МПа;

F — площадь, ограниченная, внутренним контуром резиновой прокладки;

p_y — упругая сила сжатой резиновой прокладки, Н.

Для надежного закрепления детали необходимо, чтобы $p_a - p_0 \geq 0,07$ МПа. В рабочей камере достаточно $p_0 = 0,01 \dots 0,015$ МПа, так как создавать более глубокий вакуум дорого и малоэффективно.

В прижимах, имеющих вакуумный насос и работающих по схеме рис. 31, б, прижатие детали 1 к корпусу 2 осуществляется при создании разрежения в полости 6. Распределительный кран 3 при включении прижима соединяет вакуумную камеру 6 с вакуумным насосом 5 и ресивером 4. Для разжима детали распределительный кран соединяет вакуумную полость приспособления с атмосферой.

3.3.4 Электромеханические, электромагнитные и магнитные прижимы

Электромеханические прижимы бесшумны в работе, долговечны, имеют небольшие эксплуатационные расходы, сравнительно быстроходны и обеспечивают самоторможение.

Электромеханический прижим (рис. 32) состоит из электродвигателя 1, редуктора 2 и винтовой пары 5 и 6. От электродвигателя 1 вращение передается через предохранительную муфту 3. Винт 5 при вращении перемещает гайку 6

вправо или влево, а с нею — и шток 7, передающий посредством рычага 9 зажимное усилие детали 8. Когда достигается требуемая сила, момент на валу электродвигателя и сила тока значительно возрастают и реле тока 4 отключает двигатель. Тяговая сила

$$Q = 71620 N \eta i / [n r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)],$$

где N — мощность электродвигателя; η — КПД редуктора, i — передаточное отношение редуктора; n — частота вращения электродвигателя, мин^{-1} ; r_{cp} — средний радиус резьбы винта, см, α — угол подъема резьбы винта, град; φ — угол трения в резьбовом соединении, град.

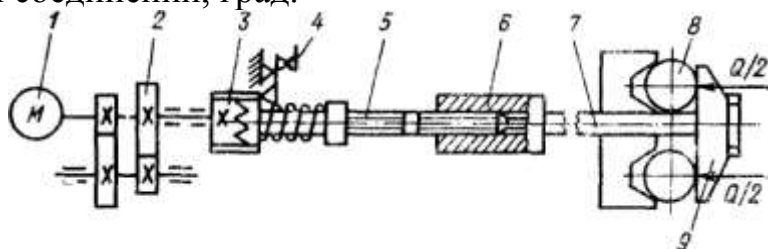


Рис. 32. Схема электромеханического привода

Электромагнитные и магнитные прижимы широко используются в приспособлениях для сборки и сварки тонколистовые полотно. Преимуществами таких приспособлений являются: универсальность, быстродействие, отсутствие на верхней стороне приспособления каких-нибудь выступающих частей, простота и компактность. Их применяют для установки и зажима деталей из материала с большой магнитной проницаемостью (незакаленных углеродистых сталей, чугунов и некоторых легированных сталей).

Электромагнитные приводы встраивают в плиту, на верхней плоскости которой устанавливается деталь. Магнитную цепь образуют электромагнитные катушки через магнитопроводы, деталь и основание. Магнитопроводы изолируются от корпуса плиты немагнитной прокладкой. Питание электромагнитов осуществляется постоянным током напряжением 110 или 220 В от выпрямителя. Основные размеры и технические характеристики прямоугольных электромагнитных плит даны в ГОСТ 17519—87*.

Силу притяжения при закреплении детали магнитным полем можно определить по формуле

$$Q = 4,06 \Phi^2 / S$$

где Φ — магнитный поток, пересекающий опорную поверхность детали, Вб; S — активная площадь токосъемников, см^2 .

Магнитные прижимы не требуют питания током. Основные размеры прямоугольных магнитных плит и технические требования к ним приведены в ГОСТ 16528—87*. Плиты с постоянными магнитами обеспечивают удерживающую силу до 1,5 МПа.

3.4. Вспомогательные детали, устройства и механизмы приспособлений

Вспомогательными, деталями сборочно-сварочных приспособлений являются рукоятки, педали, тяги, ограничители хода, пружины, шпонки, детали шлицевых соединений, клиновых и зубчатых передач, муфты, штифты, подшипники и т. п.

На многие вспомогательные детали, как правило, есть стандарты или нормалы, которыми и следует руководствоваться.

Повышение уровня механизации и автоматизации приспособлений достигается путем использования в них различных встроенных устройств, специальных механизмов, типового механического оборудования или его отдельных унифицированных элементов.

Для механизации основных и вспомогательных операций применяют манипуляторы, позиционеры, кантователи, роликовые стенды, транспортные рольганги, конвейеры, специальные тележки, подъемно-поворотные столы, склизы, лотки, быстродействующие грузозахватные приспособления, зачистные устройства, средства уборки флюса и др. Их проектирование производится исходя из конструктивных особенностей конкретных деталей, приспособлений, сварочных установок и станков с учетом максимального применения типовых механизмов, серийно выпускаемых специализированными предприятиями.

В сварочном производстве для поворота изделий широко используются две группы механического оборудования: кантователи, имеющие сварочную и маршевую скорости, и кантователи только с маршевой скоростью.

Несмотря на конструктивное разнообразие кантователей, зависящее от типоразмеров изделий, общим для них является наличие трех обязательных функциональных узлов: основания в виде несущей конструкции с одной или двумя опорными стойками; механизма вращения изделия; узла крепления изделия в виде планшайбы, центров, крепежных захватов, опорных башмаков, специального крепежного приспособления и т. п. Некоторые кантователи дополнительно оборудуются механизмом подъема изделия, что расширяет их технологические возможности.

Одноосные одностоечные кантователи-вращатели обеспечивают поворот изделия только вокруг одной оси — вертикальной, наклонной или горизонтальной (рис. 33, *а—в*). Двухосные одностоечные кантователи-манипуляторы (рис. 33, *г*) и позиционеры (рис. 33, *д*) имеют две взаимно перпендикулярные оси вращения: для полного вращения на 360° и для наклона изделия на $90 \dots 135^\circ$. Типовые кантователи выпускаются серийно. Их конструирование заключается в выборе нужной модели кантователя из «Типажа» и проектировании (в некоторых случаях) специальных крепежных захватов. Специальные одностоечные кантователи разрабатываются в исключительных случаях, если нельзя применить типовые.

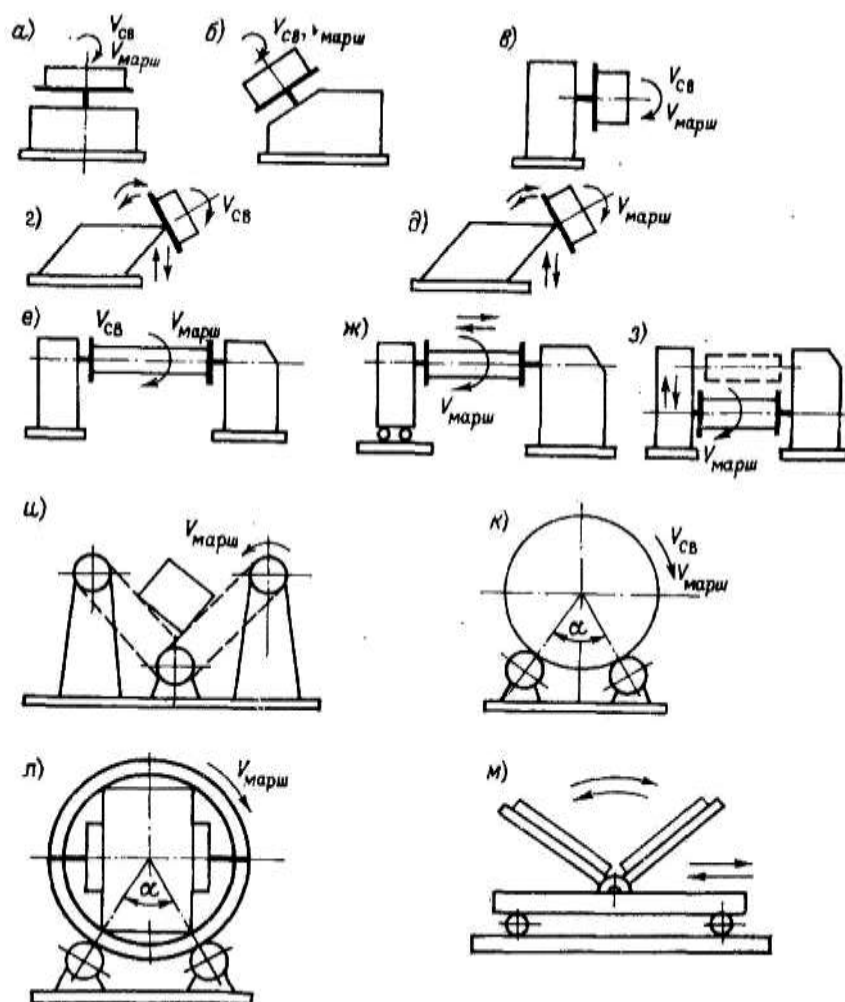


Рис. 33. Схемы кантователей для сварки изделий:

а — вращатель с вертикальной осью; *б* — то же, с наклонной осью; *в* — то же, с горизонтальной осью; *г* — манипулятор; *д* — позиционер; *е* — двухстоечный кантователь с горизонтальной осью; *ж* — то же, с подвижной стойкой; *з* — то же, с подъемными центрами; *и* — цепной кантователь; *к* — роликовый стенд; *л* — то же, с жесткой кинематической связью; *м* — рычажно-книжечный кантователь

Для поворота и вращения длинных изделий используются двухстоечные кантователи с горизонтальной осью вращения (рис. 33, *е-з*), цепные кантователи (рис. 33, *и*), роликовые стенды (рис. 33, *к*) и роликовые кантователи с жесткой кинематической связью (рис. 33, *л*). Для поворота листовых конструкций на 180° применяются рычажно-книжечные кантователи (рис. 33, *м*).

Манипулятор подбирают по трем параметрам свариваемых изделий: по массе, расстоянию от центра тяжести до опорной плоскости планшайбы *H* (рис. 34) и расстоянию от центра тяжести до оси вращения *l*.

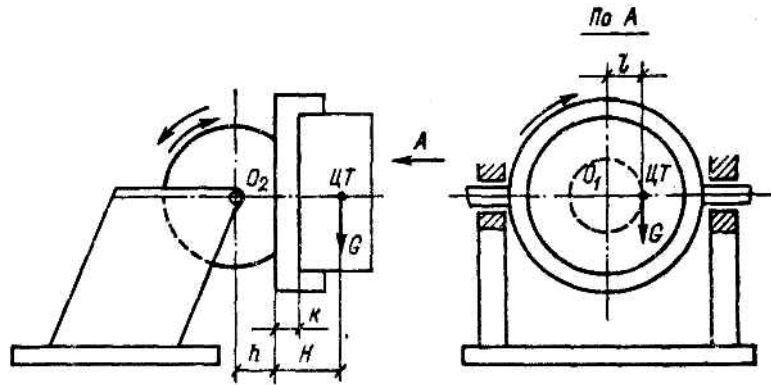


Рис. 34. Расчетная схема манипулятора

Момент относительно оси вращения Q_1

$$M_1 = Gt.$$

Допустимый момент на оси шпинделя $M_{1\text{доп}}$ должен быть не менее момента M_1 необходимого для вращения изделия:

$$M_{1\text{доп}} = GA$$

Момент относительно опорной плоскости планшайбы

$$M_2 = GH,$$

где H — высота расположения центра тяжести изделия над опорной плоскостью планшайбы.

При расположении изделия непосредственно на планшайбе H равна высоте центра тяжести изделия над его опорной плоскостью. Если изделие крепится через промежуточное приспособление, то в величине H должна учитываться высота этого приспособления k .

В паспортах манипулятора, разработанных до 1965 г., указан момент относительно оси наклона Q_2 :

$$M_2' = G(H + h) = GH + Gh = M_2 + Gh.$$

Необходимо, чтобы $M_{2\text{доп}} \geq G(H+h)$

Сварочная скорость при механизированной сварке круговых швов изделий, установленных на вращателе,

$$V_{\text{св}} = 60\pi Dn / 100$$

где D — диаметр изделия в месте сварки, мм; n — частота вращения шпинделя, мин^{-1} ;

Крепление изделий производят непосредственно на планшайбе манипулятора болтами, головки которых вводят в Т-образные пазы планшайбы и в отверстия крепежных планок, или самоцентрирующими кулачковыми патронами, устанавливаемыми на планшайбе. В некоторых случаях возникает необходимость в проектировании промежуточного крепежного приспособления (рис. 35), которое крепится к шпинделю манипулятора.

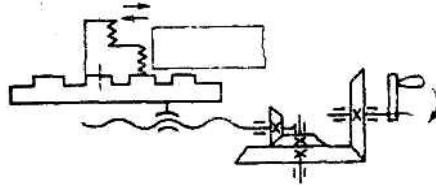


Рис. 35. Схема крепежного приспособления манипулятора

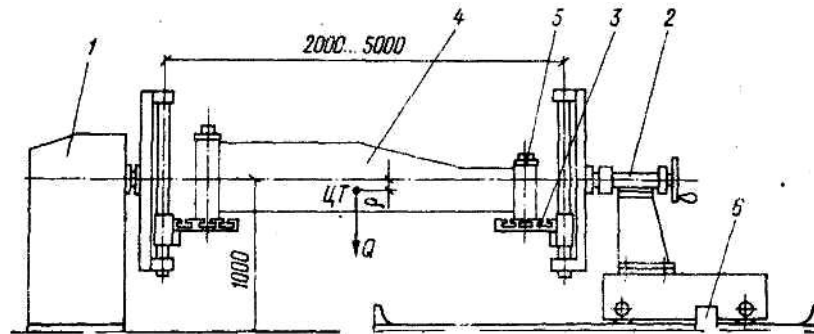


Рис. 36. Кантователь двухстоечный

1 — стойка приводная; 2 — стойка неприводная подвижная;
 3 — приспособление крепежное; 4 — изделие; 5 — зажим;
 6 — рельсовый захват; ЦТ — центр тяжести вращающихся масс Q ,
 p — эксцентриситет

В отдельных случаях, когда необходима повышенная точность установки узла на кантователе, например на вращателе изделия, входящем в систему сварочного РТК, проектируют специальное крепежное приспособление или производят существенную модернизацию манипулятора (вращателя).

Находят широкое применение двухстоечные кантователи, на их стойках закрепляют крепежные (сборочные) приспособления (рис. 36). Изделие крепится прижимами 5 на сборочных приспособлениях 3, установленных на планшайбах передней приводной 1 и задней неприводной 2 стоек. Стойка 2 стопорится захватом 6.

Широко применяют шарнирные самоустанавливающиеся крепежные приспособления, закрепляемые на передней и задней стойках, что позволяет рассматривать установленное в них изделие как балку, опертую по концам, с реакциями опор в центре шарниров.

При конструировании двухстоечных кантователей, как правило, используют типовые переднюю и заднюю стойки.

Конструирование опорной рамы, крепежного или сборочного приспособления, соединяющего типовые переднюю и заднюю стойки, всегда производится индивидуально.

Выбор типовых стоек двухстоечного кантователя ведут по грузоподъемности, наибольшему крутящему моменту и мощности электродвигателя привода.

Мощность электродвигателя привода определяется по формуле

$$N_{дв} = 0,67355 M_{np} n / (71620 \eta)$$

где n — частота вращения изделия;

η — КПД всех передаточных звеньев от электродвигателя к изделию;
 $M_{пр}$ — наибольший крутящий момент: $M_{пр} = M_1 + M_2$, M_1 — момент трения скольжения в цапфах: $M_1 = Qfr$; здесь f — коэффициент трения скольжения;
 r — радиус цапфы;
 M_2 — момент для преодоления статической неуравновешенности: $M_2 = Qp$;
 p — эксцентриситет (см. рис. 36).

Цепной кантователь (рис. 37) предназначен для поворота балочных конструкций. Изделие укладывается на провисающие цепи, подвешенные на звездочках и блоках. Кантователь имеет несколько опорных стоек, каждая из которых снабжена тремя цепными блоками. Замкнутая бесконечная цепь образует петлю-гнездо, куда укладывается свариваемое изделие. Ведущие звездочки соединены общим приводным валом, который вращается с помощью привода. Стойки кантователя могут закрепляться на бетонном или сварном основании (раме) или вместе с рамой — на передвижной тележке (передвижной цепной кантователь). Типовой цепной кантователь Р-404 обеспечивает поворот балок размером до 500X500X14000 мм, массой 2000 кг с частотой 4,8 мин⁻¹.

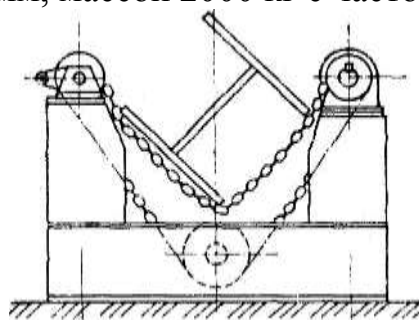


Рис. 37. Цепной кантователь

Роликовые стелы предназначены для вращения цилиндрических и сферических изделий со сварочной и маршевой скоростью. Они находят применение для сборки под сварку, сварки, отделки, контроля качества и испытания сварных изделий. На роликовом стеле можно производить сварку (различными способами) кольцевых и продольных швов обечаек, приварку деталей насыщения, а также другие работы, требующие поворота изделий.

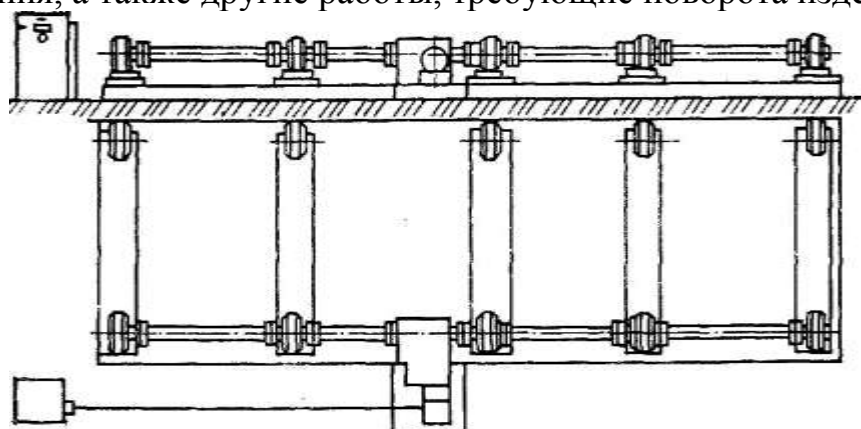


Рис. 38. Роликовый стел

Типовой роликовый стел (рис. 38) состоит из рамы, комплекта приводных и

холостых роlikоопор, привода, приводных валов с соединительными муфтами и шкафа управления. Стенд обеспечивает маршевую и сварочную скорости, переключение которых производится электромагнитной муфтой с дистанционным кнопочным управлением.

Некоторые типы роlikовых стендов серийно выпускаются промышленностью. Однако чаще приходится конструировать стенды из типовых роlikоопор и электропривода. Основные параметры и размеры типовых роlikоопор, секций и электроприводов для сварочных роlikовых стендов приведены в нормативных документах.

Для выбора типовых элементов роlikовых стендов необходимо рассчитать радиальную нагрузку на одну опору Q и мощность электродвигателя $N_{дв}$.

Действительная радиальная нагрузка на одну опору Q (рис. 39) рассчитывается по формуле

$$Q = G / (n \cos \alpha / r)$$

Мощность электродвигателя привода определяется по приведенному моменту

$$M_{np} = (G / \cos \alpha) f_1 (R / r + 1)$$

где G — масса изделия; f_1 — коэффициент трения качения; R , r и α — см. рис. 39.

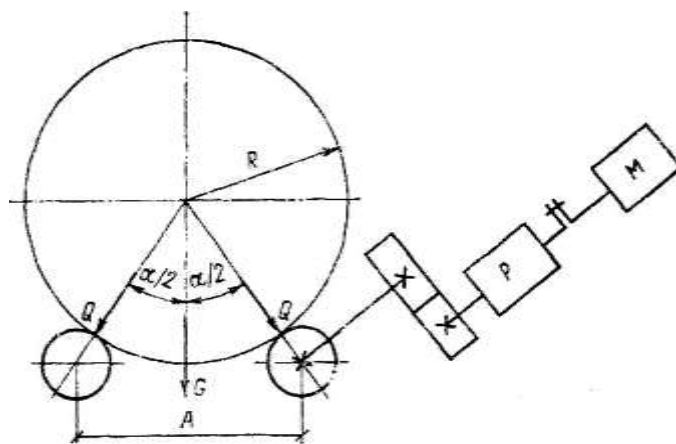


Рис. 39. Расчетная схема опор роlikового стенда:

M — электродвигатель; G — редуктор; A — расстояние между роlikоопорами

Мощность электродвигателя $N_{дв}$ находится по формуле, приведенной выше.

Роlikовый стенд с жесткой кинематической связью применяется для поворота изделий с массой, неуравновешенной относительно горизонтальной оси поворота. Для этого он оборудуется дополнительными разъемными кольцевыми бандажами (рис. 40), устанавливаемыми на роlikоопоры стенда. Крутящий момент от привода через редуктор передается на приводные ролики роlikоопор и на бандажи, внутри которых закрепляют изделие. Центр тяжести вращающихся масс (ЦТ) смещен от оси вращения на величину r .

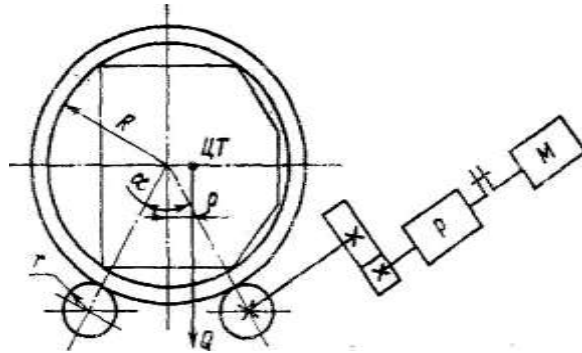


Рис. 40. Расчетная схема роликового стенда с жесткой кинематической связью: M — электродвигатель; P — редуктор; $ЦТ$ — центр тяжести

Для определения необходимой мощности электродвигателя привода $N_{дв}$ рассчитывают приведенный момент $M_{пр}$:

$$M_{пр} = k(M_3 + M_4) + M_2$$

где $M_2=Q$ — момент для преодоления статической неуравновешенности вращающихся частей; M_3 — суммарный момент трения качения роликов по бандажам колец относительно оси колец:

$$M_3 = (Q / \cos \alpha) f_1 (R / r + 1)$$

здесь R и r — радиусы соответственно кольца и ролика; f_1 — коэффициент трения качения; M_4 — момент трения скольжения на цапфах роликов относительно оси колец:

$$M_4 = (Q / \cos \alpha) f (r_2 / r) R$$

здесь r_2 — радиус цапфы роликов; f — коэффициент трения скольжения.

Рычажный челночный кантователь (рис. 41) применяется для поворота длинномерных балочных и листовых конструкций. В нем гидравлические или пневматические домкраты 2 поднимают платформы 1 вместе с изделием 3 на угол 90° относительно оси 5, перекадывают изделие с одной платформы на другую с поворотом его на 90° . Рама тележки 7 установлена на колесных парах 4 и 6, позволяющих кантователю с изделием передвигаться с одного рабочего места на другое по челночной схеме.

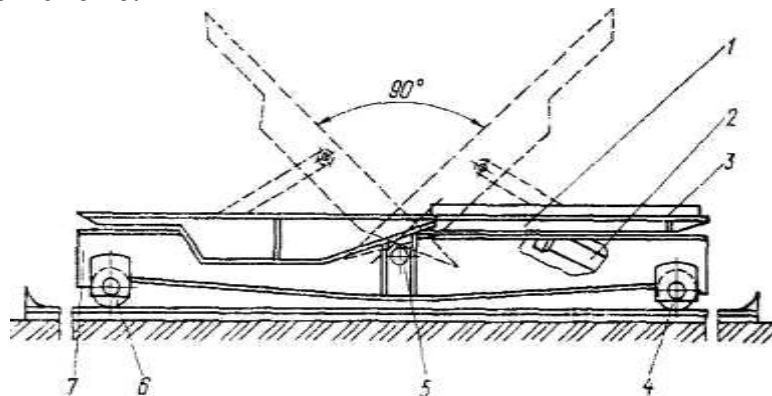


Рис. 41. Схема рычажного челночного кантователя

Рычажно-книжечный кантователь (рис. 42) имеет гидроцилиндр 6, поворачивающий рычаги 2, 3, 4, 7 для их складывания и раскрытия. При этом левые 2 и правые 7 поворотные рычаги наклоняются навстречу друг другу. После

их смыкания гидроцилиндры переключаются на обратный ход, рычаги раскрываются, а скантованное на 180° изделие 5 плавно опускается на другой паре рычагов до укладки на левый 1 или правый 8 стеллаж (приспособление).

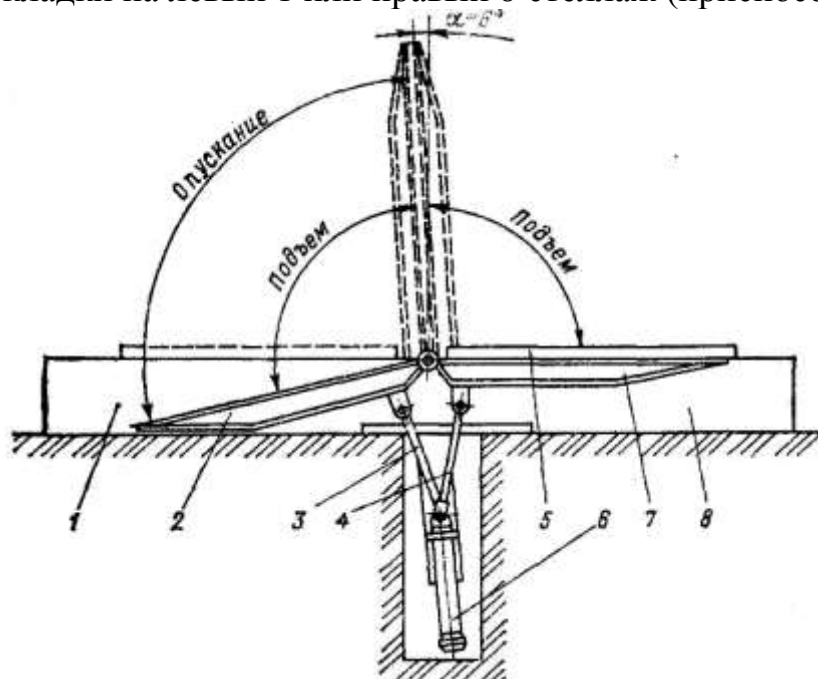


Рис. 42 Схема рычажного книжного кантователя

Двухстоечный кантователь с торцевыми планшайбами (рис. 43) имеет неподвижную 1 и подвижную 6 планшайбы, между которыми с помощью пневмопривода 5 осуществляется зажатие изделия 7. Вращение изделия производится от электродвигателя 4 через муфту 3 и редуктор 2, смонтированные на основании 8.

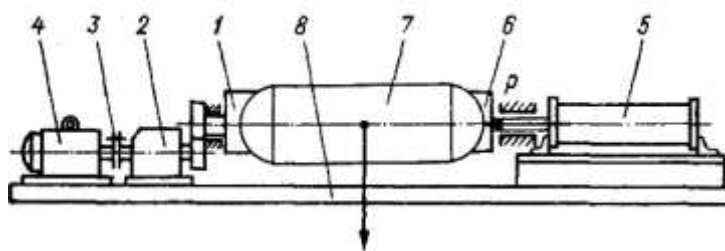


Рис. 43. Двухстоечный кантователь с торцевыми планшайбами

Приводной момент кантователя, цапфы которого установлены на шарикоподшипниках,

$$M_{np} = [2,6(1 + D_0 / \delta) f_1 d] r Q + D P_3 \cdot 3 f_1 / (3 \delta)$$

где f_1 — коэффициент трения качения; d — диаметр цапф, см; D_0 — диаметр внутреннего кольца радиального подшипника, см; δ — диаметр шарика, см; r — радиус цапфы, см; Q — масса изделия и всех вращающихся частей, кг; D — средний диаметр беговой дорожки шариков упорного подшипника, см; P_3 — осевая сила зажатия изделия в планшайбах, Н: $P_3 = p l d / 1,27$ (p — допустимое давление; для стали по стали — $p = 13 \dots 20$ Па, стали по бронзе — $6 \dots 9$ Па, стали по грунту $p = 15 \dots 25$ Па); l — длина цапфы, см; d — диаметр цапфы, см.

В сборочно-сварочном производстве для увеличения степени загрузки

сварочного оборудования, механизации транспортной операции широко применяются многопозиционные поворотные столы пульсирующего действия с вертикальной осью вращения. На планшайбе такого стола закрепляют несколько приспособлений с изделием. Сварка одного изделия часто совмещается во времени со сборкой другого, с разгрузкой третьего и т. п.

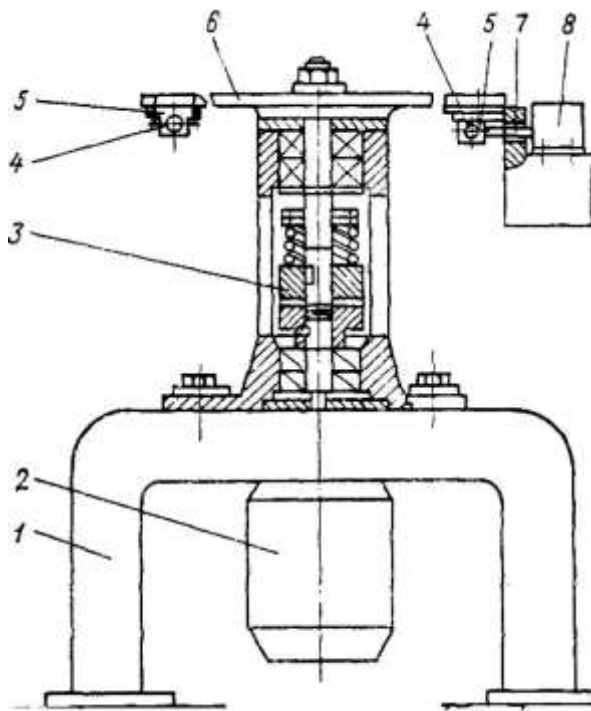


Рис. 44. Многопозиционный поворотный стол пульсирующего действия

На рис. 44 представлен многопозиционный поворотный стол, позволяющий регулировать в широких пределах угол поворота за счет изменения числа и положения упоров 5 и регулировочных винтов 4, закрепленных на планшайбе 6. Электродвигатель 2, смонтированный на корпусе 1, постоянно вращается, однако планшайба 6 остается неподвижной, так как упирается через упор 5 и винт 4 в шток 7 электромагнита 8, причем фрикционные муфты 3 проскальзывают. При подаче команды электромагниту 8 шток 7 отходит и планшайба 6 поворачивается до следующего упора за счет трения, создаваемого фрикционной муфтой 3. Одновременно обесточивается обмотка электромагнита 8. Консольно расположенный электромагнит 8 при взаимодействии с планшайбой 6 обеспечивает точную безмуфтовую фиксацию при повороте на любой заданный угол.

Фиксация стола кулачково-цевочным механизмом поворота или механизмом в виде «мальтийского креста» осуществляется во время паузы, что экономит немало времени. В первом механизме цевка ведомого диска входит в паз кулачка-улиты, во втором механизме вырез «мальтийского креста» входит в соединение с ведомым диском, на котором находятся ролики.

Для точной остановки планшайбы стола после поворота на заданный угол служит делительный механизм. В простейшем виде он представляет собой диск с рядом пазов, суживающихся внутрь, в которые заходит фиксатор (рис. 45). В делительных клиновых устройствах (рис. 45, а и б) выбирают угол α равным 15° .

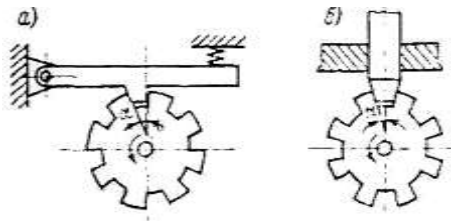


Рис. 45. Схема делительных механизмов с фиксацией по одностороннему (а) и двустороннему (б) скосу

Конец фиксатора не должен доходить до дна скоса. Износ посадочных поверхностей фиксатора и скоса приводит к увеличению зазора и определяет погрешности фиксирующего механизма, поэтому его детали необходимо изготавливать из износостойких сталей. Большое распространение получили делительные механизмы с цилиндрическим или коническим фиксатором (рис. 46).

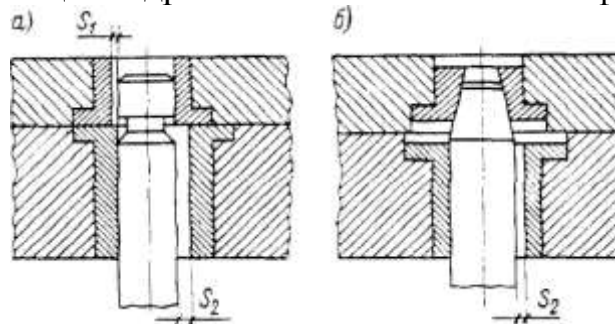


Рис. 46. Схемы цилиндрического (а) и конического (б) фиксаторов (S_1 и S_2 — зазоры)

При работе подвижный стол доводится до заданного положения, затем производится соединение фиксатора с втулкой. Перед началом очередного движения стола фиксатор выводят из соединения. С этой целью для осевого перемещения фиксатора применяют пружинные, клиновые, эксцентриковые, рычажные и другие устройства.

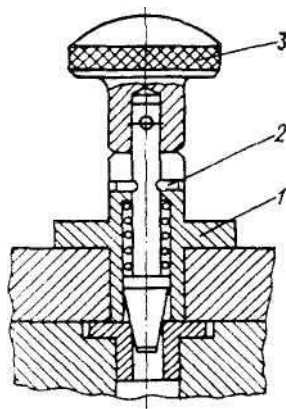


Рис. 47. Фиксатор кнопочный конический вытяжной

Вытяжной фиксатор кнопочного типа (рис. 47) имеет головку 3, поворот которой на 90° обеспечивает ввод штифта 2 в пазы направляющей втулки 1. При этом конический фиксатор под действием пружины переместится вниз и войдет в одну из втулок, установленных в поворотной планшайбе. Вероятное отклонение по шагу делительного диска

$$\delta = \Delta_1 + \varepsilon + \delta_0$$

где Δ_1 — диаметральный зазор в направлении пальца;

ε — эксцентриситет направляющей втулки;

δ_0 — отклонение размера между осями отверстий делительного диска.

Подъемно-поворотный стол (рис. 48) для листовых изделий позволяет разворачивать их, а при использовании встроенного рольганга и перемещать относительно неподвижного оборудования. Для разворота стола 5 с изделием служит пневматический подъемник 2, который поднимает стол над рольгангом 6. Строго горизонтальное положение стола обеспечивают направляющие колонны 4. Легкий разворот стола с изделием вручную обеспечивается установкой стола на подшипники качения.

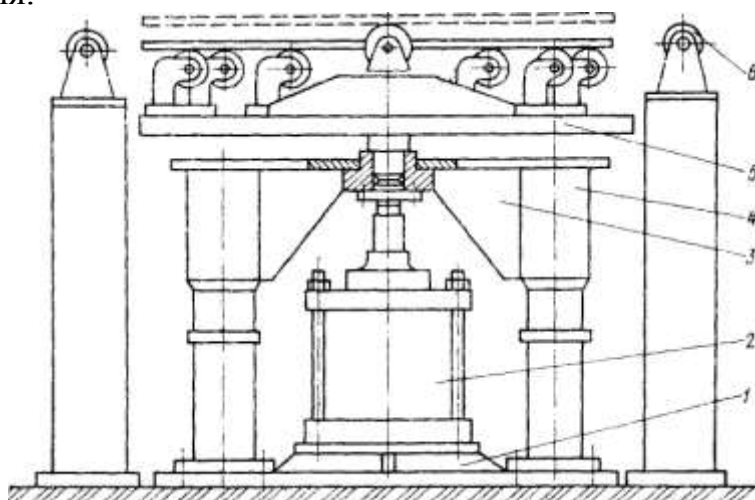


Рис. 48. Подъемно-поворотный стол: 1 — основание; 2 — пневматический подъемник; 3 — основание стола; 4 — колонна направляющая; 5 — стол поворотный; 6 — рольганг

Поворотные столы можно использовать в комплекте со сварочным оборудованием (рис. 49) в качестве средства комплексной механизации и автоматизации. В этом случае поворотный стол устанавливается в заданном положении относительно сварочной машины 6 и его планшайба 8 с изделием поворачивается на заданный угол ($22^{\circ}30'$ или 45°) с помощью пневмоцилиндра 3, взаимодействующего с реечно-зубчатым механизмом. Фиксация поворота производится за счет храпового механизма и тормозного устройства 7. Сваренное изделие выталкивается вверх пневматической камерой (на рисунке не показана). Маховиком 2 можно произвести подстройку стола относительно оси электродов 4 сварочной машины. Угол поворота планшайбы зависит от хода поршня со штоком пневмоцилиндра 3 и настраивается путем перемещения упорного винта 5. Рама стола 1 жестко крепится к машине 6.

При изготовлении цистерн и цилиндрических резервуаров их заготовки в виде полотнищ (карт) для сварки стыков листов с другой стороны необходимо кантовать на 180° . С помощью обычных грузоподъемных средств сделать это в условиях сборочно-сварочного цеха или монтажной площадки затруднительно, особенно если размеры полотнищ достигают 10×10 м при толщине листов 4...6

ММ.

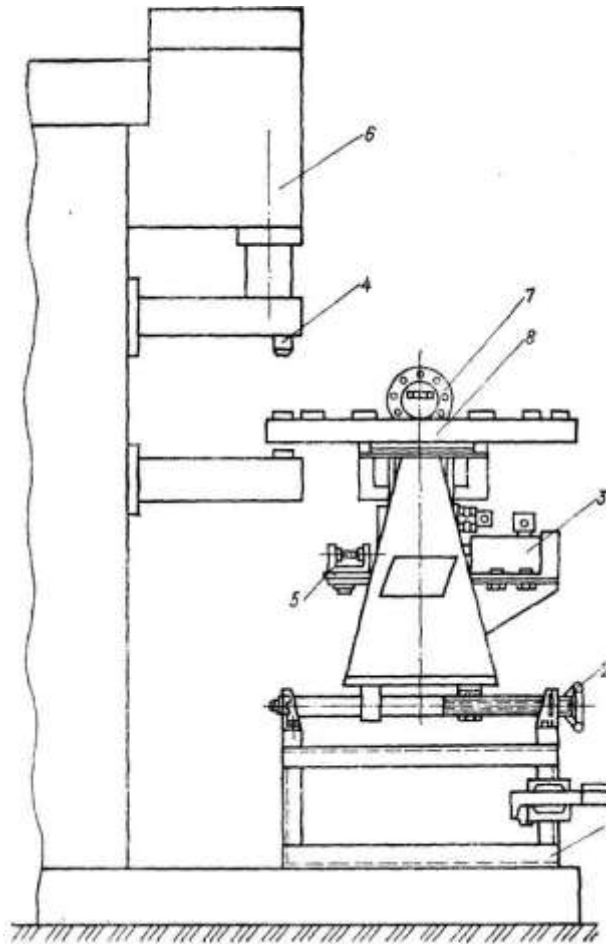


Рис. 49. Установка для контактной сварки с многопозиционным поворотным столом

Для кантовки на 180° таких полотнищ используют приспособление в виде поворотного кружала (рис. 50). В нем электролебедки 1 тянут полотнище 3, которое обкатывается вокруг катушки 2, вращающейся в стойках 4.

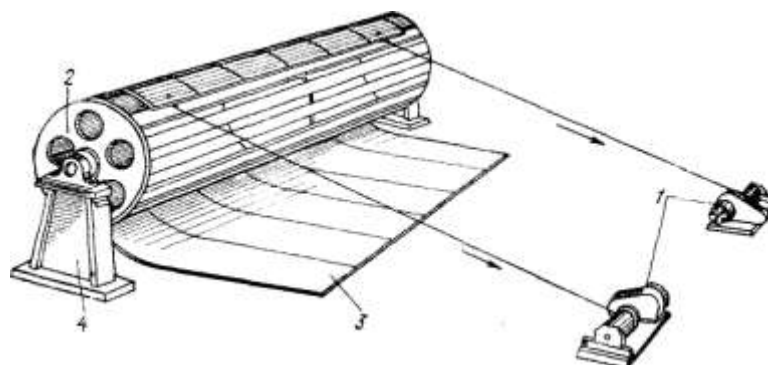


Рис. 50. Поворотное приспособление для кантовки полотнищ на 180°

Для сварки в условиях монтажа сферических резервуаров различной величины находят применение специальные манипуляторы, позволяющие сваривать ручной и механизированной дуговой сваркой как меридиональные, так и широтные швы. На рис. 51 показана схема установки шарового резервуара на манипуляторе конструкции Г.С.Сабирова.

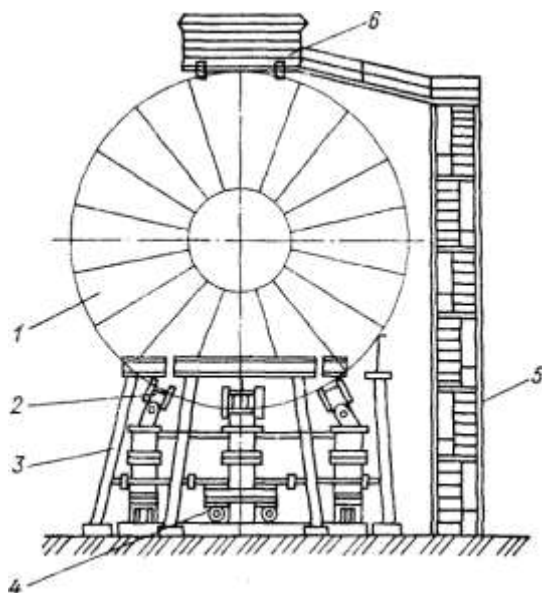


Рис. 51. Схема установки шарового резервуара при сварке на манипуляторе Г.С. Сабирова

Собранная из лепестков и полудниц сфера 1 устанавливается на четыре роликовые опоры 2 или временную опору 3. Домкраты роlikоопор 2, установленные на тележках 4, позволяют «приподнимать сферу 1 над временной опорой 3. Вращение роликовых опор 2 осуществляется со скоростью сварки с помощью двух независимых электроприводов. При сварке наружных швов сварочный трактор располагается на консольной площадке 6, подъем на которую производится по лестнице 5.

Сварку на монтажной площадке укрупненных блоков кожуха доменной печи производят с использованием вращателя (рис. 52). Он имеет жесткую раму 1, две стойки 2, в которых может вращаться подвижная рама 3. Вращение осуществляется с помощью электролебедки и системы тросов 4. Собранный под сварку блок 6 укладывается на раму 3 и закрепляется винтовыми зажимами 5. При сварке трактор, установленный на изделии 6, катится по свариваемому блоку, который поворачивается, обеспечивая сварку в положении, близком нижнему, или с небольшим подъемом.

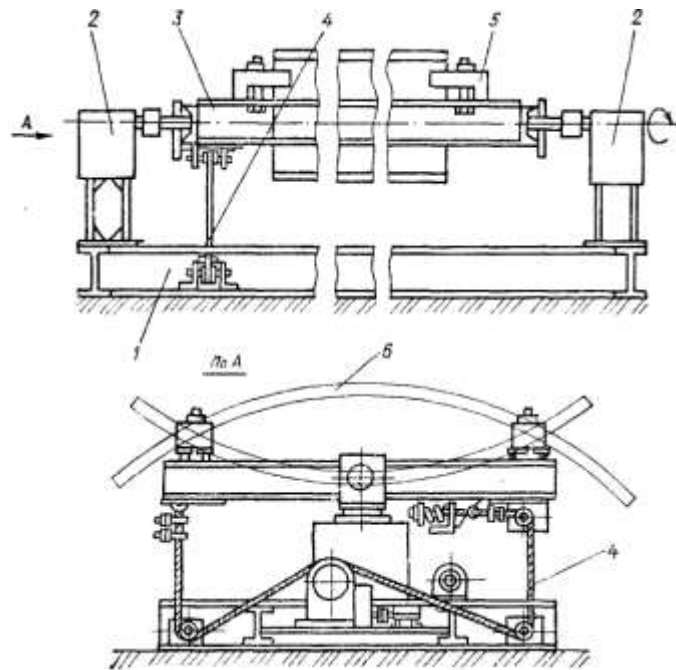


Рис. 52. Вращатель для сварки на монтажной площадке укрупненных блоков кожуха доменной печи

Вспомогательными устройствами сварочных приспособлений являются токоотводы и воздухоподводы; стопорные, подъемные и другие пружинные механизмы; перегружатели, захваты и сбрасыватели деталей (изделий); кассеты-накопители; бункерные и кассетные устройства для деталей, присадочных проволок, лент, порошков, флюсов и паст; флюсоудерживающие и газозащитные приспособления и т. п.

Для складирования деталей применяются специализированные подставки и стеллажи, стандартная и специальная тара и контейнеры. Конструкции стеллажей и подставок должны обеспечивать рациональное и удобное расположение сборочных единиц и деталей.

Токоотводы, применяемые в неподвижных приспособлениях, не сложны и представляют собой обратный провод, наконечник которого крепится к основанию приспособления с помощью болта с гайкой. Если необходимо частое присоединение и отсоединение обратного провода, то применяют быстродействующий пружинный зажим (рис. 53, а), винтовой зажим (рис. 53, б) или винтовую трубку (рис. 53, в).

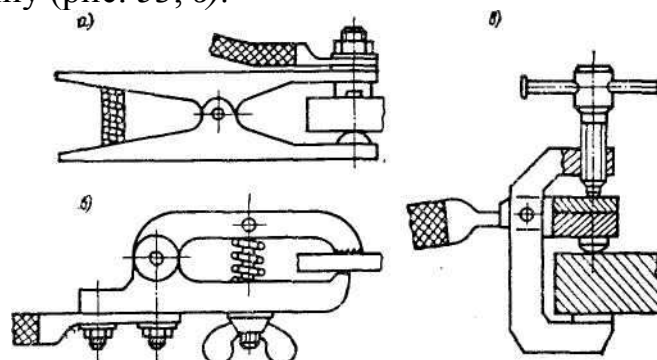


Рис. 53. Неподвижные зажимы обратного провода: а — пружинный; б — винтовой; в — винтовая трубка

В типовых конструкциях сварочных кантователей и манипуляторов предусмотрены скользящие токоотводы. При их отсутствии происходит быстрый износ зубчатых зацеплений и подшипниковых узлов кантователей, попадающих в сварочную цепь, имеют место потери электроэнергии, нестабильное качество сварных соединений из-за колебаний величины сварочного тока. Могут применяться различные конструкции скользящих токоотводов (рис.54).

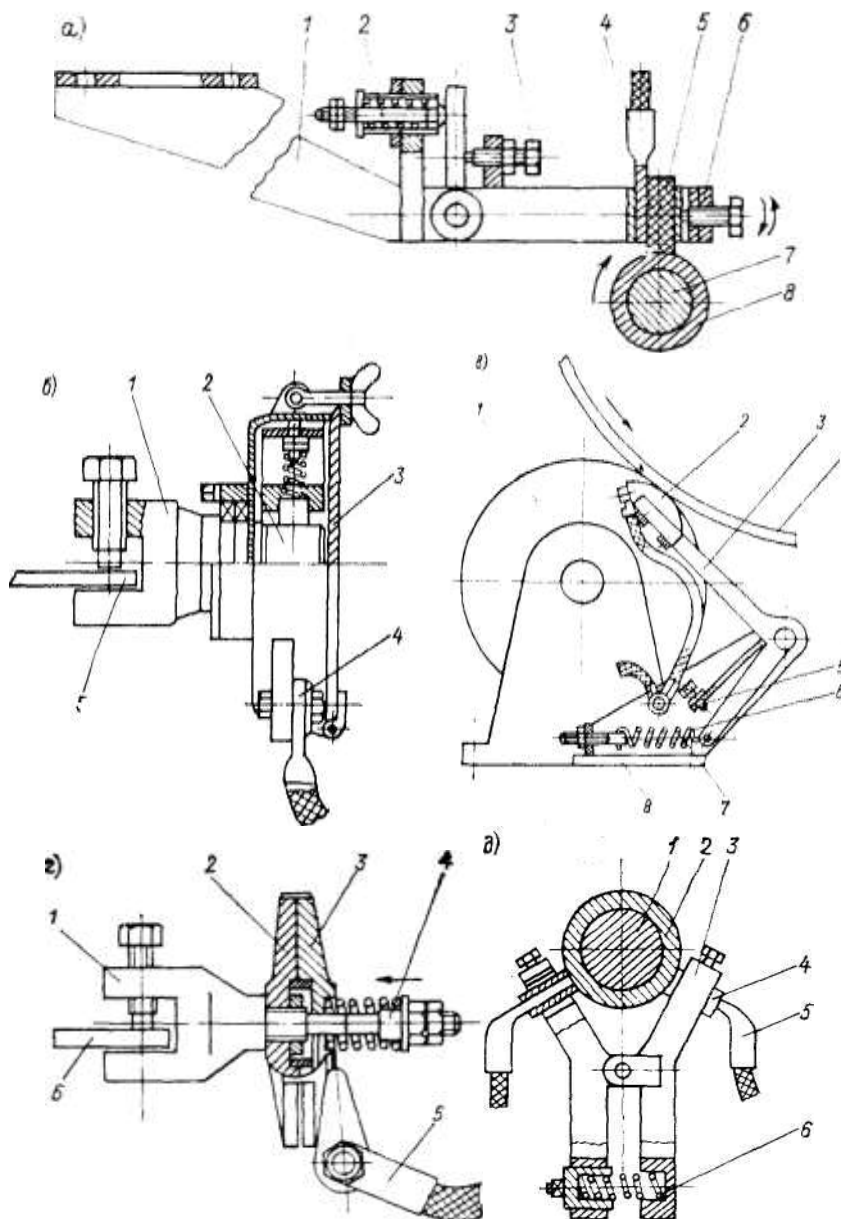


Рис. 54. Схема скользящих токоотводов

Токоъемник в виде углового кронштейна 1 с шарниром (рис. 54, а) имеет на конце кронштейна 6 щетки 5 и токоотводящий наконечник 4 с кабелем. Щетки 5 поджимаются к медному кольцу 8, напрессованному на вал 7 вращателя, с помощью пружинного прижима 2, а их поджим регулируется упором 3.

Токоъемник для сварки цилиндрических изделий на роликовом стенде (рис. 54, б) имеет цапфу 1 и с помощью болта крепится на обечайке 5. Второй конец цапфы закреплен в шарикоподшипниках, установленных в корпусе 3. В корпусе закреплены также четыре подпружиненные щетки 2, которые скользят по цапфе.

К корпусу 3 и щеткам присоединяется обратный кабель 4.

На рис. 54, в представлен токосъемник для сварки обечаек на роликовом стенде. Его устанавливают между роликоопорами 1 стенда, на которых вращается изделие 4. На стойке 8 шарнирно закрепляются рычаги 3, которые с помощью пружин 6 прижимают токосъемники 2 к поверхности изделия. К токосъемникам присоединяется токоотводящий кабель 7. Величину хода рычага 3 ограничивает регулируемый упор 5.

Токосъемник в виде струбцины 1 (рис. 54, з), неподвижного 2 и подвижного 3 дисков, поджимаемых один к другому пружинным устройством 4, применяется при сварке кольцевых швов. Он крепится к изделию 6 и имеет щетки-сухари с токоотводящим кабелем 5. В токосъемнике (рис. 54, д) на цапфу 1 вала вращателя напрессовывается медное кольцо 2, к которому поджимаются щетки 4, закрепленные в щеткодержателях 3. К щеткам подсоединяются кабельные наконечники 5, а щеткодержатели распираются пружинным устройством 6.

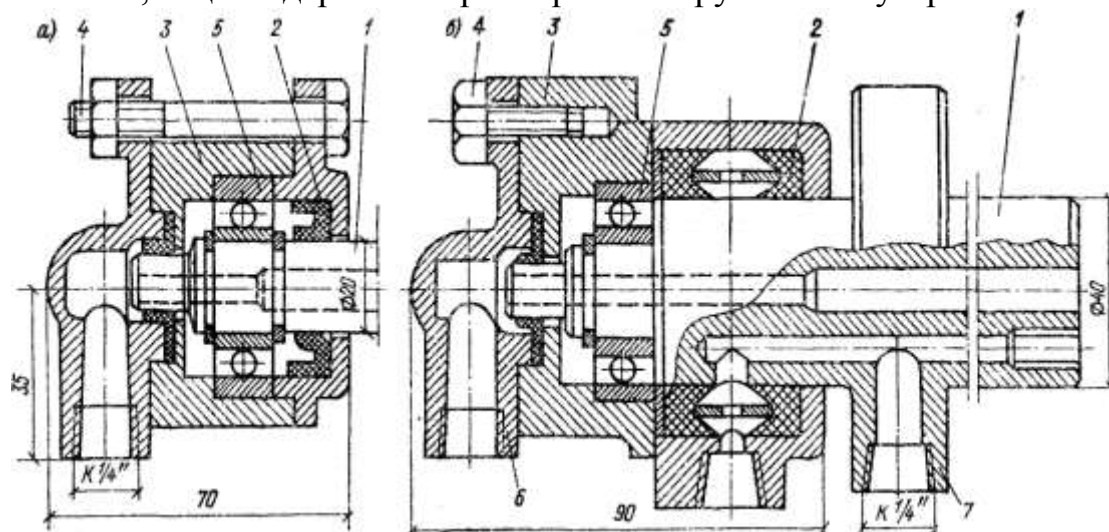


Рис. 55. Вращающиеся воздухоподводящие муфты на одно (а) и два (б) направления

Для подвода сжатого воздуха к пневмоприводам приспособления, установленного на вращателе (кантователе), применяются вращающиеся воздухоподводящие муфты. Муфты ВКИИ-стройдормаша на одно (рис. 55, а) и два (рис. 55, б) направления воздуха устанавливаются на конце оси 1 не приводной стойки, в которой предварительно сверлятся отверстия. Корпус муфты 3 закрепляется на стойке кантователя болтами 4 и устанавливается на шарикоподшипнике 5. Для подвода воздуха используются штуцеры 6 и 7. Резиновые уплотнения 2 предотвращают утечку воздуха.

4 КОНСТРУКЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ, УСТАНОВОК И СТАНКОВ

4.1 Универсально-сборные приспособления сварочного производства

В настоящее время до 70% трудозатрат в технологической подготовке производства приходится на проектирование, и изготовление приспособлений. Стала актуальной проблема изыскания путей их удешевления для условий как серийного, так и мелкосерийного производства. Наиболее эффективными методами, ускоряющими и удешевляющими проектирование и изготовление приспособлений, являются унификация, нормализация, стандартизация деталей и элементов приспособлений и установок.

Унификация — это рациональное сокращение количества типов, видов и размеров приспособлений, числа механизмов, деталей и заготовок для деталей с целью повышения однотипности приспособлений и улучшения их качественных и технико-экономических характеристик.

Высшей степенью унификации, дающей наибольший экономический эффект, является применение серийно изготавливаемых сборочных единиц и деталей.

Нормализация — это стандартизация в масштабе предприятия или отрасли.

Стандартизация — это высшая форма нормализации, предусматривающая широкое применение общесоюзных стандартов (ГОСТов). Нормализация и стандартизация позволяют повысить рентабельность приспособлений за счет уменьшения стоимости, удешевления эксплуатации и повторного многократного использования элементов.

На основе унификации строится агрегатирование, представляющее собой метод конструирования изделий из унифицированных и стандартных деталей и агрегатов, т.е. из модулей. Расчленение оборудования на отдельные модули возможно по различным принципам (размерам, массе, числу координат др.).

Унификация, стандартизация и агрегатирование являются основой для автоматизации проектирования приспособлений.

Универсально-сборные приспособления для сварки (УСПС) эффективно применяются как при сварке изделий, так и при их сборке. При сварке они особенно эффективны, если недопустимы деформации свариваемого изделия.

Комплект УСПС состоит из следующих элементов:

базовых (плит, угольников, планшайб и др.);

корпусных и опорных (призм, угольников, подкладок и др.);

установочных (шпонок, пальцев, валиков, втулок, центров и др.);

направляющих (втулок, планок, колонок и др.);

прижимных (прихватов и прижимов различных типов);

крепежных (винтов, болтов, гаек);

узлов (самоустанавливающихся опор, пневмоцилиндров, поворотных головок и др.);

вспомогательных (рукояток, пружин и др.).

Обычно комплект элементов УСПС включает 2200...3400 деталей и узлов, из которых одновременно может быть собрано несколько десятков приспособлений (таблица 3). Благодаря универсальности и взаимозаменяемости элементов УСПС

продолжительность сборки и разборки приспособления не превышает 1—8 ч в зависимости от его сложности.

Таблица 3.

Техническая характеристика некоторых УСПС

Наименование показателя	УСПС – 8	УСПС – 12/1	УСПС – 12/2	УСПС – 12/3	УСПС – 16/1	УСПС – 16/2	УСПС – 16/3	УСПС – 16/4
Количество деталей и элементов	110	110	100	100	300	280	280	270
наименование								
штуки	2200	3000	2750	2600	3400	3170	3100	3000
Время сборки одного приспособления, ч	1,5	4,0	3,0	4,0	8,0	6,0	7,0	8,0
Масса собираемых изделий, кг	50	500	300	500	2500	2000	1000	2000
Диаметр крепежных болтов, мм	8	12	12	12	16	16	16	16
Точность сборки изделий, мм	0,2...0,3	0,3...0,5	0,3...0,5	0,3...0,5	0,3...0,5	0,3...0,8	0,3...0,8	0,3...0,8
Экономический эффект от внедрения одной сборки, руб.	10	25	20	22	45	35	30	40
Стоимость комплекта, руб.	15000	28000	25000	25000	45000	40000	38000	35000
Срок службы комплекта, лет	10	10	10	10	10	10	10	10
Срок окупаемости комплекта, лет	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5
Количество одновременно собираемых приспособлений, шт.	8	4...8	4...8	4...8	2...4	2...4	2...4	2...4

Применение УСПС значительно сокращает и удешевляет технологическую подготовку производства, повышает коэффициент его технической оснащенности. Это достигается благодаря тому, что комплекты нормализованных и стандартных деталей и механизмов обратимы, взаимозаменяемы и могут использоваться многократно для различных приспособлений. Проектирование УСПС сводится лишь к разработке принципиальной компоновочной схемы приспособления на изготовление — к сборке приспособления из готовых элементов и наладке. После сборки (сварки) партии изделий УСПС разбирают на составляющие их элементы, которые в дальнейшем используются для компоновки новых приспособлений.

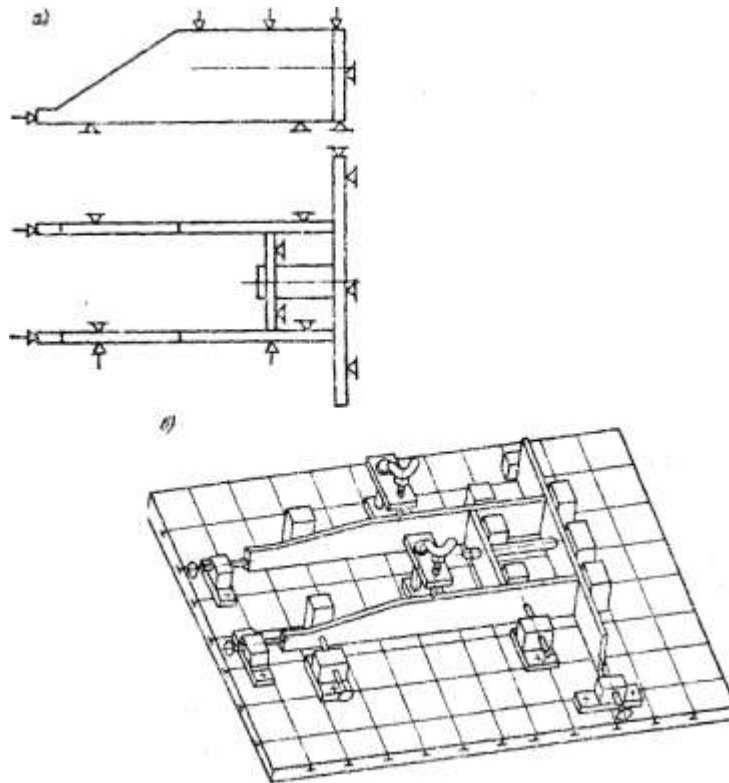


Рис. 56. Принципиальная схема приспособления для сборки и сварки кронштейна (а) и общий вид УСПС (б)

На рис. 56, а показана принципиальная схема приспособления для сборки и сварки кронштейна, а на рис. 56, б — общий вид приспособления, собранного из комплекта УСПС.

Универсально-сборные приспособления применяются на предприятиях с индивидуальным и мелкосерийным, а также с серийным и крупносерийным характером производства в период освоения выпуска новой продукции с последующей заменой их специальными приспособлениями. УСПС целесообразно использовать также на ремонтных предприятиях и для сборки приспособлений-дублеров при ремонте основной оснастки. В отраслях промышленности организованы прокатные базы УСПС для обслуживания заводов, нуждающихся в приспособлениях.

4.2 Переносные приспособления

Переносные универсальные и специализированные сборочные приспособления применяются в единичном, мелкосерийном и серийном производствах, а также при монтаже сварных изделий.

Универсальные переносные приспособления (рис. 57) могут использоваться для сборки различных конструкций, а специализированные (рис. 58) — для сборки определенных конструкций.

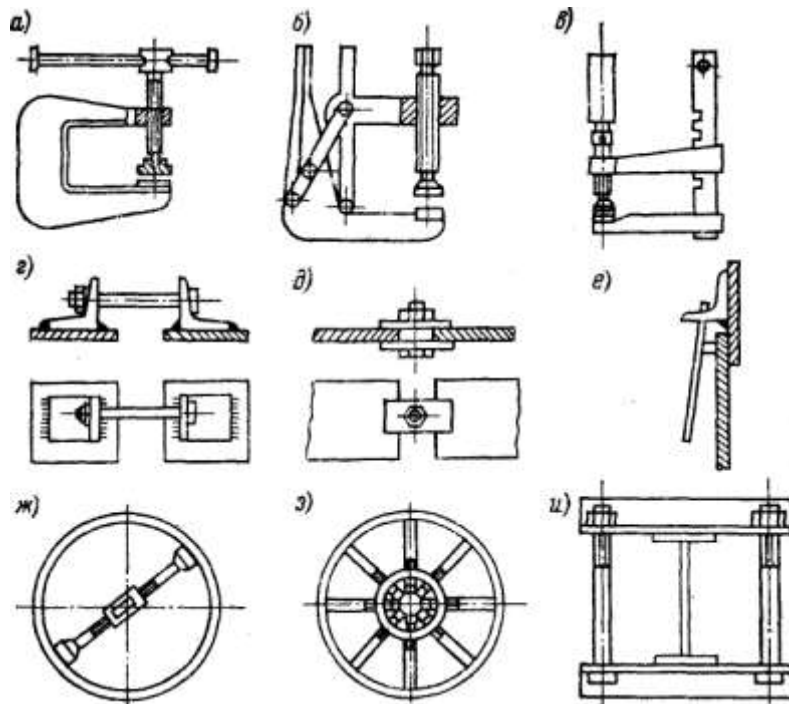


Рис. 57. Универсальные приспособления для сборки
a, б, в — струбцины; *г, д* — стяжные устройства; *е* — прижим рычажный;
ж, з -распорки (стяжки) винтовые; *и* — стяжное приспособление (хомут)

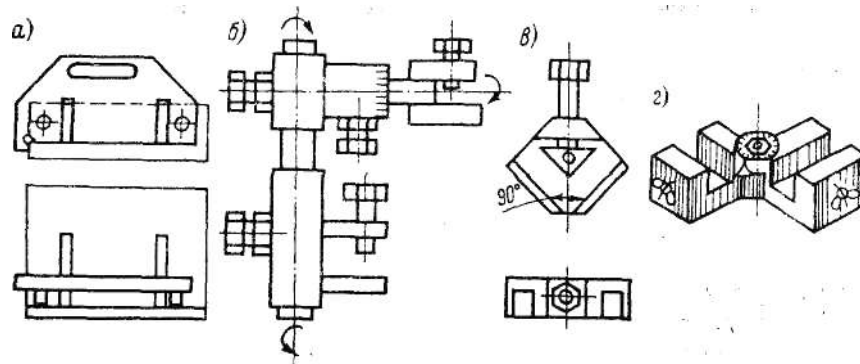


Рис. 58. Специализированные сборочные приспособления
a — шаблоны; *б* — переносное поворотное приспособление; *в* — для сборки
деталей под углом 90° ; *г*—для сборки деталей под различными углами

Трубы диаметром до 42 мм в монтажных условиях часто центруются по наружным поверхностям трубы с помощью клещей (рис. 59). Для центровки труб диаметром более 100 мм в монтажных условиях применяют приспособления в виде винтовых хомутов (рис. 60, *a*) или стяжных уголков, прихватываемых к трубам (рис. 60, *б*), а также безмоментные наружные центраторы (рис. 60, *в*).

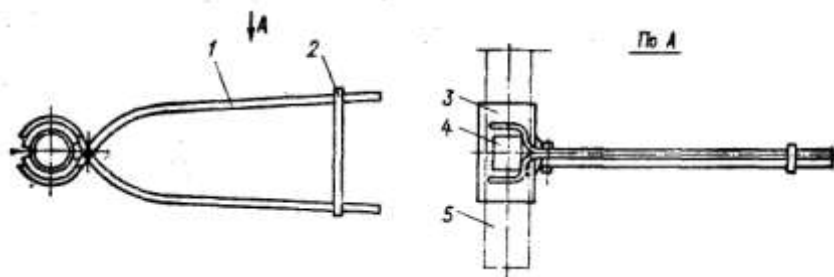


Рис. 59. Клещи для центровки труб 1 — рукоятка; 2 — хомут стопорный; 3 — накладка; 4 — окно для прихвата; 5 —стыкуемые, трубы

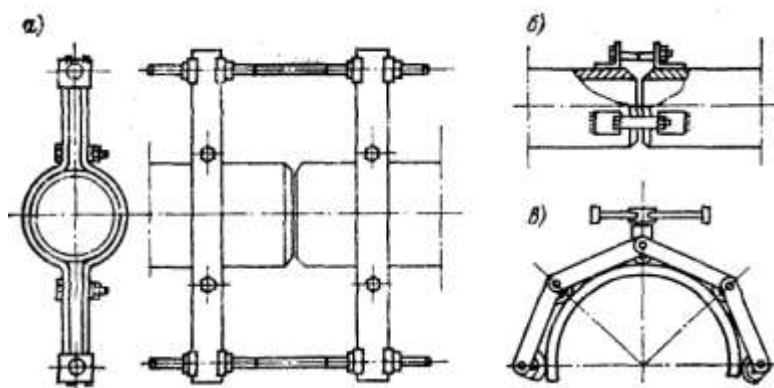


Рис. 60. Приспособления для центровки труб а — хомутного типа; б — стяжные уголки; в — безмоментный наружный центратор

При монтаже поясов вертикальной стенки цилиндрических резервуаров большой емкости полистовым методом применяются навесные подмости (рис. 61). Они имеют ходовые ролики 1 и 2, перекатывающиеся по ранее установленным листам корпуса резервуара 3, нижнюю съемную роlikоопору 4 и боковые опорные ролики 5, которые крепятся на раме 6, перила 7 и лебедку 8 для ручного перемещения подмостей от стыка к стыку. Стальной канат от лебедки закрепляется за противоположную вертикальную кромку листа, и вращением рукоятки лебедки подмости перемещаются на длину одного листа. Установка и снятие подмостей производится краном.

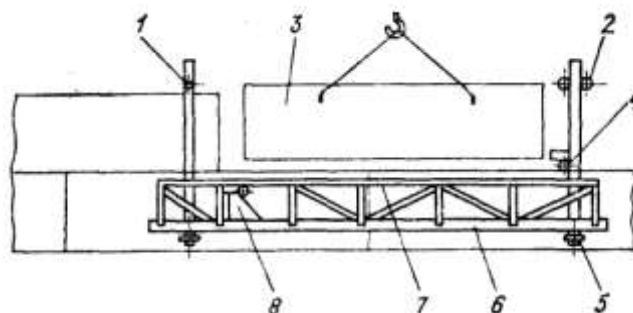


Рис. 61. Навесные подмости для монтажной сварки вертикальной стенки резервуара

Для сварки стыков труб на открытом воздухе в зимних условиях используются передвижные (переносные) укрытия (рис.62).

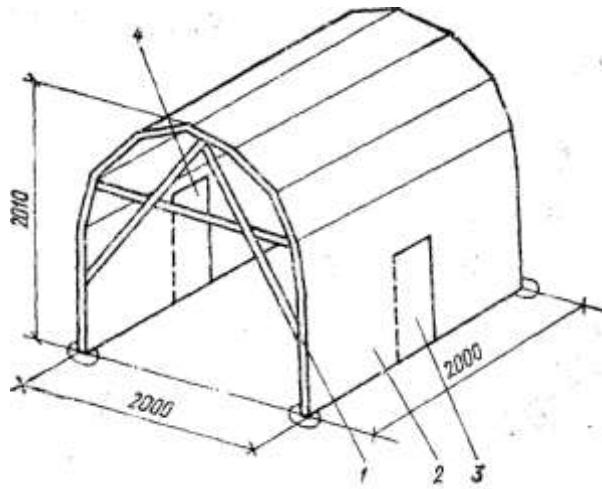


Рис. 62. Будка для укрытия места сварки 1 — каркас; 2 — брезент; 3 и 4 — окна для вентиляции

При сварке на монтажной площадке кольцевых горизонтальных швов цилиндрических резервуаров большой емкости зону сварки от ветра и атмосферных осадков защищают передвижными кабинами 1 (рис. 63), которые навешивают на стенку резервуара 2. В каждой из кабин оборудуется пост 3 ручной или механизированной сварки. Кабины могут перемещаться по стенке 2 резервуара с помощью электропривода 4. Крутящий момент от привода передается ходовым колесам 5. Электропривод передвижения кабин включается во время перерывов сварки и питается током от сварочного источника тока, располагаемого в будке 6.

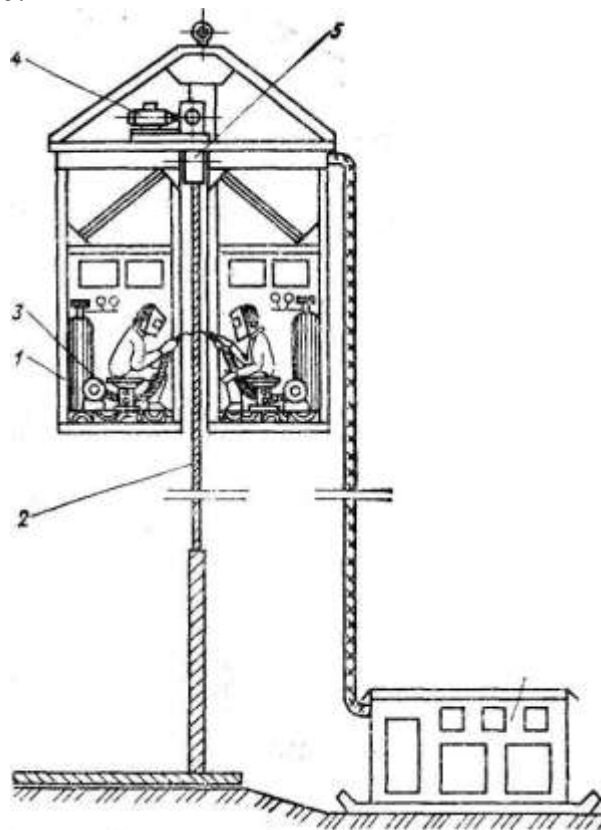


Рис. 63. Передвижные кабины для сварки горизонтальных швов цилиндрических резервуаров

4.3 Сборочно-сварочные стенды и кондукторы

Стендами называют устройства для сборки и сварки крупногабаритных изделий, например листовых конструкций. При сборке листы устанавливают так, чтобы кромки их были параллельны. Встроенные электромагниты плотно притягивают кромки листов к стенду и воспринимают реакцию от давления пневматических флюсовых подушек.

Стенд для сборки и сварки полотнищ (рис. 64) имеет стеллаж 2, катучую балку 5, перемещающуюся по боковым направляющим 1 на четырех колесах 6. На балке устанавливаются передвижные (или неподвижные) пневмоприжимы 8, цилиндры 4, которые управляются своими пневмокранами 3. Балка имеет рельсовые захваты 7, предотвращающие ее подъем во время прижатия изделия. Флюсовые подушки и магнитные прижимы встроены в стеллаже 2 (на рисунке условно не показаны).

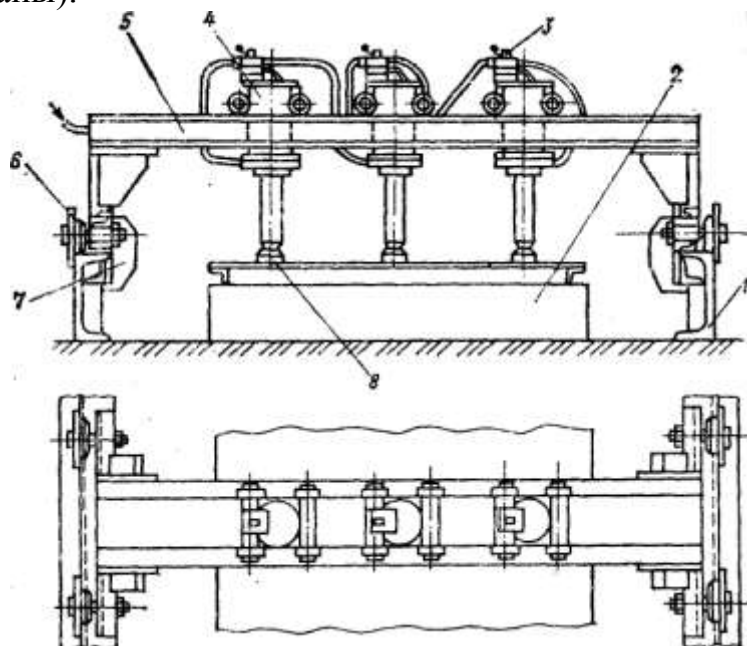


Рис. 64. Стенд для сборки и сварки полотнищ

При сооружении цементных вращающихся печей с целью повышения транспортабельности опорные бандажные корпуса доставляются с заводоизготовителей в виде полуколец, которые свариваются на месте монтажа электрошлаковой сваркой. Каждая из половин бандажей 5 устанавливается на сборочно-сварочном стенде (рис. 65) на три шаровые опоры 4, которые домкратами 3 могут регулироваться по высоте. Это позволяет при установке полуколец расположить их с переменным зазором в стыке (снизу меньшим, сверху большим), а при сварке создавать противодействующий момент и обеспечивать заданную точность сваренного бандажа. Сварочный стенд, кроме того, имеет подставки 2, стойки 6, на которые устанавливаются бухты со сварочной проволокой 7, подающие механизмы 8 сварочных аппаратов. Плавящие мундштуки 9 заводятся в зазор полуколец, для уплотнения стыков привариваются выводные планки 10, карманы 11 и крепятся боковые медные водоохлаждаемые накладки 12. Оборудование стенда монтируется на мощной

бетонной площадке 1.

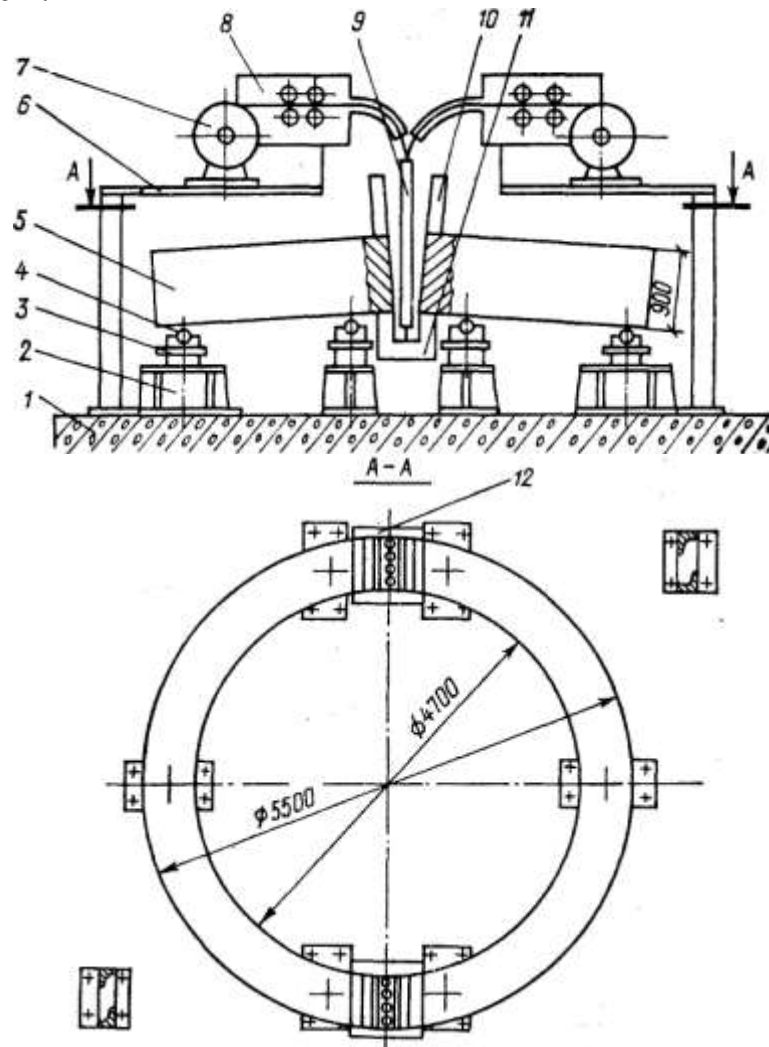


Рис. 65. Электрошлаковая сварка бандажей цементных печей на монтажной площадке

Стенд обеспечивает одновременную электрошлаковую сварку обоих стыков с точностью, не требующей последующей механической обработки бандажей.

Сборочно-сварочными кондукторами называют приспособления с постоянными упорами и другими фиксирующими элементами, а также зажимными устройствами, служащие для сборки и сварки изделий типа кронштейнов, рам, ферм, балок и др. Для удобства сборки, прихватки и сварки кондукторы часто устанавливают на планшайбы манипуляторы или двухстоечного цапфового кантователя.

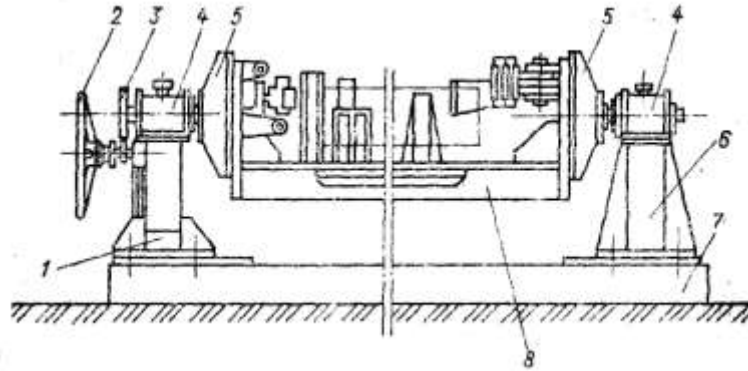


Рис. 66. Кондуктор-кантователь для сборки элементов фонарей

На рис. 66 приведен кондуктор-кантователь для сборки и сварки элементов конструкций фонарей. На сварной раме 7 смонтированы стойки 1 и 6. Сборочное приспособление (кондуктор) 8 крепится к планшайбам 5, вращающимся в подшипниках скольжения 4. Поворот осуществляется вручную штурвалом 2 через редуктор 3 приводной стойки 1. Делительное устройство обеспечивает фиксацию поворота изделия через 45° и управляется педалью.

4.4 Приспособления в сварочных установках и станках

Любая установка или станса, для сборки, сварки или наплавки состоит из:

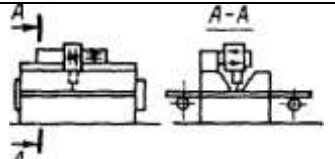
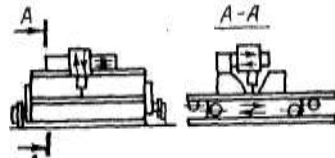
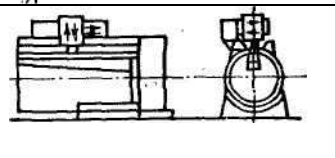
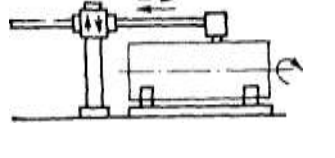
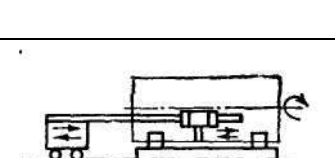
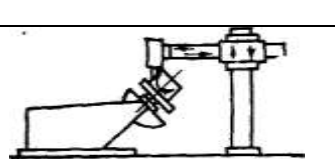
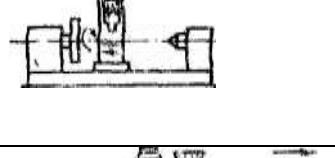
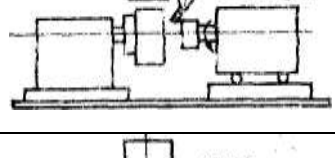
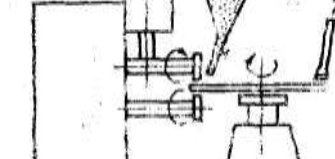
- сварочного оборудования (сварочной аппаратуры, источника питания, аппаратуры контроля и регулирования процесса сварки);
- технических средств размещения и перемещения сварочных автоматов, головок, машин и инструментов;
- оборудования и аппаратуры для подачи флюсов, порошков, газов;
- технических средств размещения, закрепления и перемещения изделия;
- вспомогательного оборудования;
- технических средств управления.

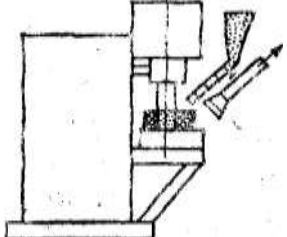
В сварочных установках манипулятор изделия и манипулятор сварочного инструмента либо вообще конструктивно не связаны между собой, либо крепятся к общему фундаменту или плите. В сварочных станках манипуляторы изделия и сварочного инструмента имеют общее основание (станину), конструкция которой придает станку зрительно целостный облик.

Многообразие типоразмеров свариваемых изделий способов сварки, особенностей технологии, развития организаций производства, способов транспортировки и т.п. обуславливают множество компоновочных схем сварочных установок и станков на основе агрегатирования (таблица 4).

Таблица 4.

Типовые компоновочные схемы установок и станков

№	Компоновочная схема станка (установки)	Основные механизмы и агрегаты	Назначение станка (установки)
1		Самоходная головка, направляющие, стеллаж, рольганг, флюсовая подушка	Сварка листовых полотнищ, стыков лент
2		Самоходная головка, порта, флюсовая подушка, стеллаж, рольганг	То же, сварка плоских секций судов
3		Самоходная головка, направляющие, консоль с флюсовой подушкой, кран	Сварка продольных швов обечаек снаружи
4		Сварочный аппарат, колонна, флюсовая подушка, роликовый стенд	Сварка продольных и кольцевых швов обечаек, наплавка
5		Сварочный аппарат, тележка, роликовый стенд, флюсовая подушка, токоподвод	Сварка внутренних швов обечаек, наплавка
6		Сварочный аппарат, колонна поворотная, манипулятор	Сварка и наплавка кольцевых швов
7		Сварочная головка (дуговая или контактная), двухстоечный вращатель	Сварка и наплавка (наварка) валов и труб
8		Вращатель, контактная роликовая головка, бункер-дозатор порошка	Наварка цилиндрических отверстий в деталях
9		Контактная роликовая машина, вращатель с вертикальной осью, бункер-дозатор порошка, вентиляционная установка	Восстановление и упрочение деталей типа «диск» порошковыми и компактными материалами

10		Контактная рельефная машина, пресс-форма, бункер-дозатор порошка, вентиляционная установка	Спекание и наварка порошков на детали малых размеров
----	---	--	--

При проектировании установки или станка надо внимательно проанализировать конструктивно-технологические особенности сварного изделия. Выбирая компоновочную схему, необходимо определить целесообразность перемещения в процессе сварки сварочного аппарата при неподвижном изделии, изделия при неподвижном сварочном аппарате или сварочного аппарата и изделия. При этом прежде всего подбирают рациональный тип сварочного электротехнического оборудования, так как от него в основном зависит выбор всех других технических средств.

К техническим средствам размещения и перемещения сварочных тракторов, головок, машин, приспособлений и инструментов относятся: колонны, порталы, катушечные балки, тележки различного вида, направляющие и специальные конструкции, например направляющие станков.

Оборудование и аппаратуру для подачи флюсов, порошков и газов представляют: флюсовые аппараты и устройства для подачи флюса (порошка) в зону сварки, а также уборки не использованной его части; флюсоприемные устройства; флюсоудерживающие приспособления; всасывающие к защитные насадки и наконечники; бункеры; сепараторы, осушители, дозаторы и т. д.

Для размещения, закрепления и перемещения изделий используются манипуляторы, позиционеры, вращатели, кантователи, поворотные столы, роликовые стенды (большинство из них типизировано и унифицировано), а также различные сварочные и сборочно-сварочные специальные приспособления.

В качестве вспомогательного оборудования широко применяются: устройства для уплотнения стыков; токоотводящие устройства; для зачистки мест под сварку; для загрузки и выгрузки изделий; технические средства охраны труда и техники безопасности.

Технические средства управления предназначены для управления, как сварочным оборудованием, так и манипуляционной системой и всем оборудованием, входящим в комплекс установки или станка. Их тип, структурная схема и конструктивная сложность определяются в каждом конкретном случае.

При включении в сварочные приспособления и установки механического и вспомогательного оборудования следует максимально использовать типовые и унифицированные модели.

Укрупнение блоков цементных печей на строительном-монтажной площадке производится с применением специальных сборочно-сварочных установок (рис. 67). Последние имеют роликовый стенд 1, где отдельные обечайки собираются и свариваются в блоки 2, размеры которых определяются грузоподъемностью монтажного крана 3. Сборка кольцевых стыков производится с помощью стяжных приспособлений, временно привариваемых планок и клиньев. Сварку

осуществляют трактором ТС-17М по ручной подварке. Для сварки наружных швов применяют площадки 4 конструкции ИЭС им. Е. О. Патока, которые подвешиваются на крюке 3 крана (рис. 67, а) либо удерживаются расчалками (рис. 67, б), а также передвижные мостики (рис. 67, в), перемещающиеся по рельсам.

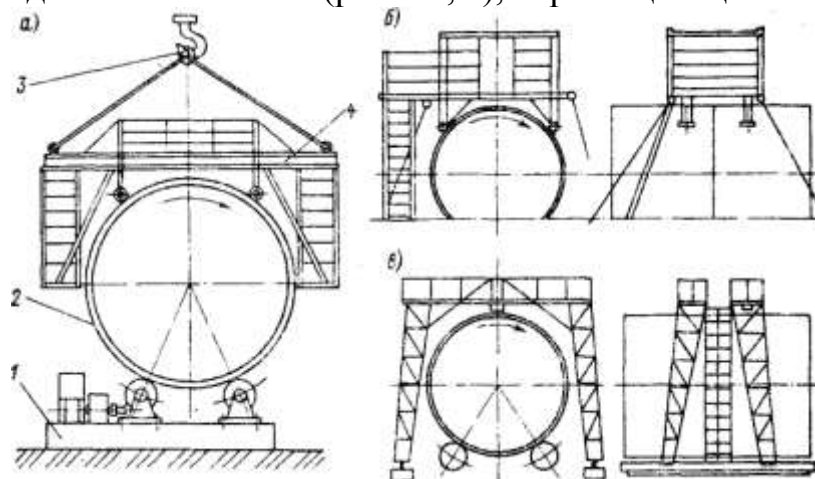


Рис. 67. Установка для сварки кольцевых стыков блоков цементных печей
 а — сварочная площадка удерживается краном; б — сварочная площадка удерживается расчалками; в — с передвижными мостиками

Сооружение индустриальными методами резервуаров большой емкости для хранения сжиженных газов, жидкостей, нефтепродуктов предусматривает временное деформирование тонкостенных листовых полотнищ на двухъярусной установке для рулонирования. Принцип изготовления на ней сварных рулонированных полотнищ — конвейерный: совмещается сборка, сварка, кантовка, деформирование и контроль качества. Деформирование изгибом и кантовка проводятся обычно в упругопластической стадии, что позволяет сворачивать рулоны диаметром, удобным для перевозки к месту монтажа.

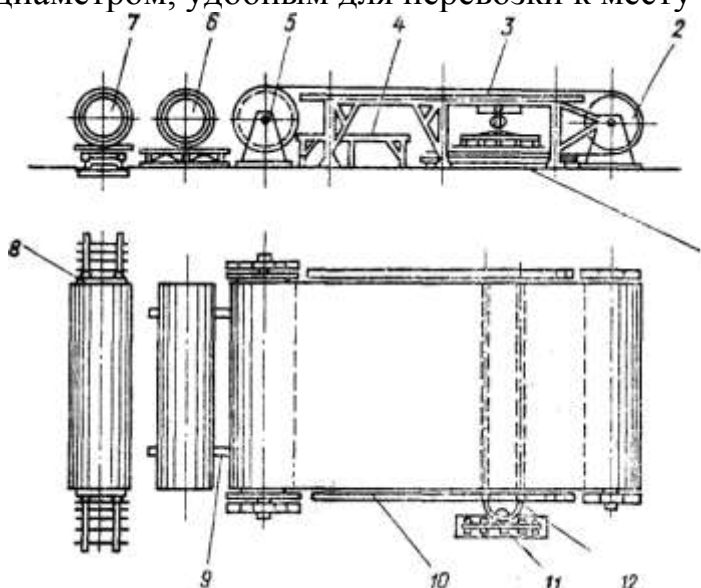


Рис. 68. Схема двухъярусной установки для изготовления сварных листовых полотнищ методом рулонирования

На нижнем ярусе типовой установки (рис. 68) располагается стеллаж 1 для сборки и сварки, укладка листов на который производится с помощью электротельфера, перемещающегося по монорельсу 12 и имеющего электромагнитный захват 11. Кантовочный барабан 2 обеспечивает поворот полотна 3 на 180° после механизированной сварки под флюсом швов с одной стороны. На верхнем ярусе осуществляется механизированная сварка под флюсом полотна 3 с другой стороны, контроль качества и исправление обнаруженных дефектов, для чего стенд имеет контрольную площадку 4.

Сворачивающее устройство 5 обеспечивает получение рулонов 6 и 7, которые хранятся на стеллаже 9 или устанавливаются на железнодорожную платформу 8. Площадки обслуживания 10 предназначены для подъема рабочих и работы на втором ярусе установки.

Надежное поджатие кромок листов 3 к медным подкладкам 2 (рис. 69), закрепленным на балке 1, производится с помощью пневморычажных прижимов 5, смонтированных на верхних балках 4,

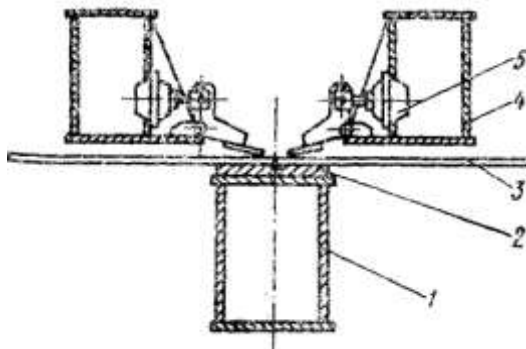


Рис. 69. Схема пневмоприжима кромок листов к медной подкладке

5 СВАРОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ В МЕХАНИЗИРОВАННЫХ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЛИНИЯХ

5.1 Требования к приспособлениям для механизированных и автоматизированных линий

В приспособлениях, встраиваемых в комплексно-механизированные и автоматизированные линии, должны быть:

- базирующие элементы, обеспечивающие точную установку деталей;
- зажимные элементы, обеспечивающие закрепление деталей после установки в приспособление;
- подъемно-транспортные устройства для подачи деталей к выдаче сборочной единицы из приспособления;
- ориентирующие устройства для деталей;
- накопители деталей;
- бункерно-загрузочные устройства;
- захватные и чалочные устройства;

- устройства для поворота и фиксации приспособления вместе с изделием в заданном положении;
- устройства контроля качества изделий;
- устройства для уплотнения стыков, подачи защитных газов или флюса, перемещения рабочих и т. п.;
- сварочное оборудование и средства для его размещения;
- устройства для управления.

В соответствии со сложностью сварной конструкции, функциональным назначением приспособления и серийностью производства приспособление может включать все или часть перечисленных устройств и иметь различное конструктивное выполнение, в том числе в виде комбинированного устройства (ком- баша), многопозиционной машины.

Поточная сборочно-сварочная линия состоит из ряда станков, установок и приспособлений, расположенных в технологической последовательности изготовления изделия и связанных между собой подъемно-транспортными устройствами.

В комплексно-механизированной линии необходимы полная или частичная автоматизация управления механизмами, механизмы-питатели деталей, устройства сопряжения с соседними механизмами, элементы синхронизации потока, В приспособлениях, встраиваемых в комплексно-механизированные поточные линии, часто требуется совмещение операций сборки и сварки. Конструкция и расположение всех элементов такого приспособления не должны затруднять перемещение сварочного инструмента вдоль свариваемых кромок.

Конструкция кантователя должна обеспечивать поворот и установку всех швов в нижнее положение.

Так как электроприхватки часто снижают качество сварных швов, по возможности стремятся сборку изделий под сварку вести без прихваток, используя для временного закрепления деталей различные прижимы. Механизмы для подачи и выдачи изделий, магазины-питатели деталей и устройства для синхронизации, технологического потока должны соответствовать и согласовываться с другими транспортными средствами и оборудованием линии.

С целью уменьшения конструктивной сложности приспособления и трудоемкости его сборки рекомендуется часть деталей предварительно объединить в технологические сборочные единицы и заранее собирать и сваривать их на других приспособлениях. В этом случае сложная сборочная единица будет состоять из меньшего количества элементов и отдельных деталей. В результате этого значительно упростится приспособление, используемое для общей сборки изделия.

Сборочное приспособление должно по возможности предусматривать изготовление сборочной единицы при последовательном наложении деталей и закреплении их сверху, без каких-либо перемещений снизу вверх, вдоль или под углом к уже установленным деталям.

Производственный опыт показывает, что наиболее эффективным средством автоматизации являются роботы в составе робото-технологических комплексов (РТК) или роботизированных линий и участков сборки-сварки. Для их слаженной,

надежной работы необходимо применять новые конструкции оборудования и приспособлений, удобные для РТК, и решать другие технические и организационные задачи. В приспособлениях для РТК требуется сначала точно определить положение деталей и изделий относительно системы координат установочных элементов приспособления, затем совместить координаты приспособления с координатной системой сварочного робота. Для этого корпус приспособления должен иметь отверстия или Т-образные пазы для установки его на пальцы или шпонки при базировании на основание промышленного робота. Требования к точности изготовления деталей, жесткости и надежности сборочно-сварочных приспособлений значительно повышаются.

Для возможно быстрой переналадки робота в процессе сборки различных деталей в изделии, их надежного захвата, удержания и последовательной установки в ориентированном положении необходимо иметь комплект соответствующих быстросменных захватов. Их основным элементом являются зажимные губки, форма и размеры которых должны соответствовать конфигурации, размерам, массе и материалу транспортируемых деталей.

5.2 Приспособления в механизированных и автоматизированных линиях

Комплексно-механизированное и автоматизированное производство состоит из ряда специализированных сборочно-сварочных приспособлений, комбинированных сборочно-сварочных машин, а также установок и станков. Они объединяются в поточные комплексно-механизированные и автоматизированные линии изготовления рам, балок, труб, сварных отопительных радиаторов и других изделий. На поточных линиях большая часть операций производственного процесса выполняется на механизированном оборудовании.

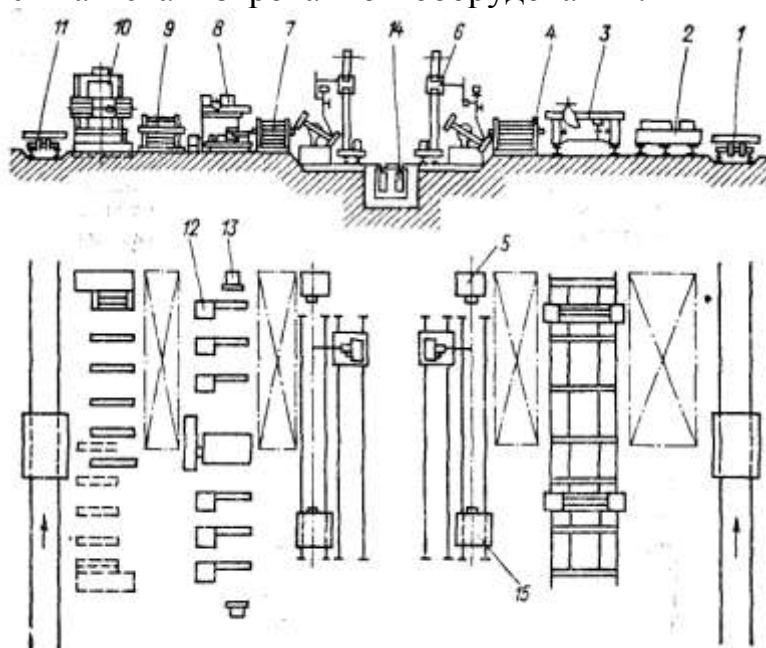


Рис. 70. Схема поточной линии изготовления сварных двутавровых балок

Упрощенная поточная комплексно-механизированная линия изготовления двутавровых балок показана на рис. 70. Детали с заготовительного участка поступают на транспортной тележке 1 и укладываются на стеллажи 2. В сборочном кондукторе 3 осуществляется сборка и прихватка балок. Рабочие места для сварки 6 имеют центровой кантователь с неподвижной 5 и поддерживающей передвижной 15 стойками; последние позволяют сваривать балки длиной от 12 до 24 м. Сварочная установка ГТ-2 представляет собой тележку, на которой укреплен стойка с выдвижной штангой и сварочным аппаратом. Электроэнергия для питания сварочной установки 6 подводится от троллеев 14. Грибовидность балок исправляют на машине 8, оборудованной рольгангом и упорами 13. Кантовка балки производится встроенным цепным кантователем.

Два торцефрезерных станка 10 позволяют обрабатывать торцы без разворота балки. Линия имеет промежуточные складские места 4, 7, 9 и обслуживается мостовым электрическим краном. Готовые изделия транспортируются тележкой 11.

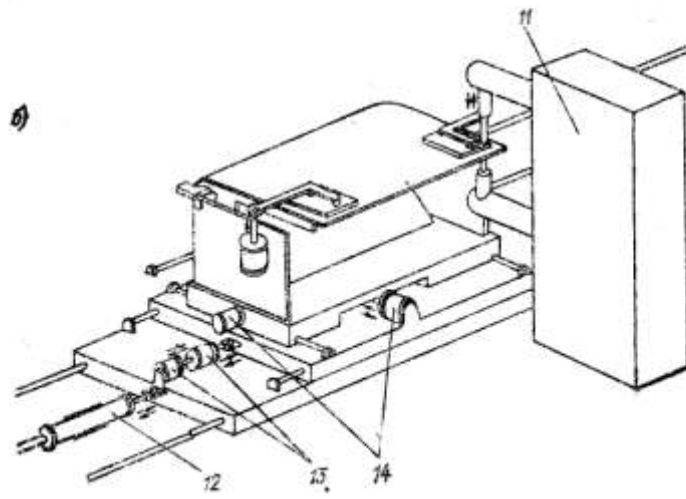
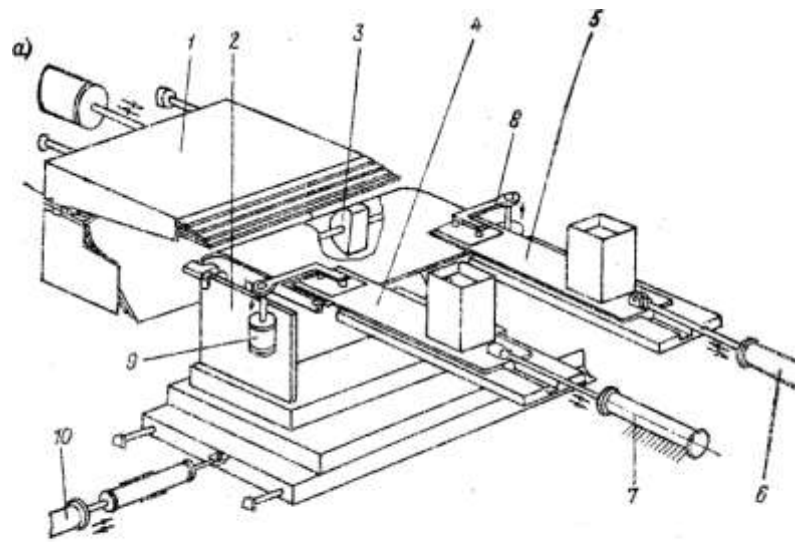
На автоматизированных линиях основные и вспомогательные, операции выполняются в определенной последовательности без непосредственного участия рабочего, с определенным ритмом сборки и сварки. При этом рабочий только управляет процессом и налаживает оборудование. Технология изготовления изделий отличается тщательной проработкой всех операций и отдельных переходов, применением большого количества специального оборудования, сборочно-сварочных приспособлений, полной механизацией подъемно-транспортных и других операций.

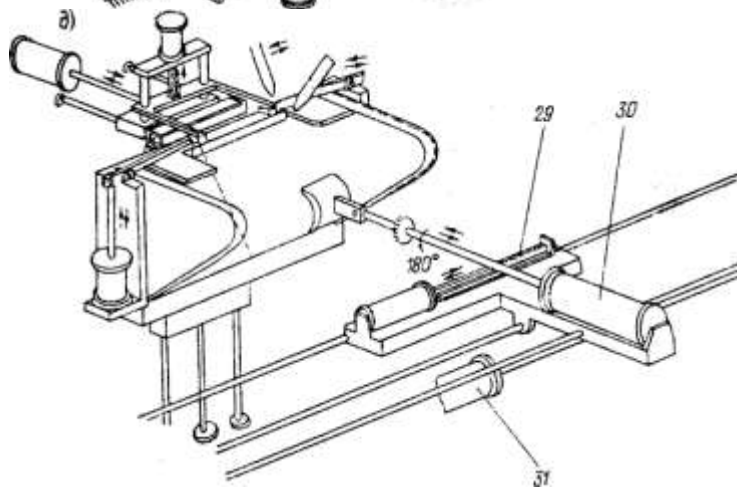
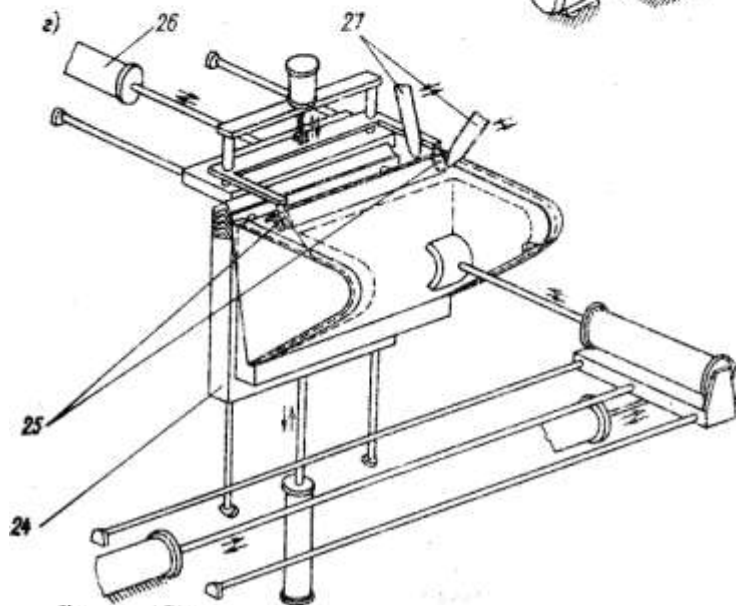
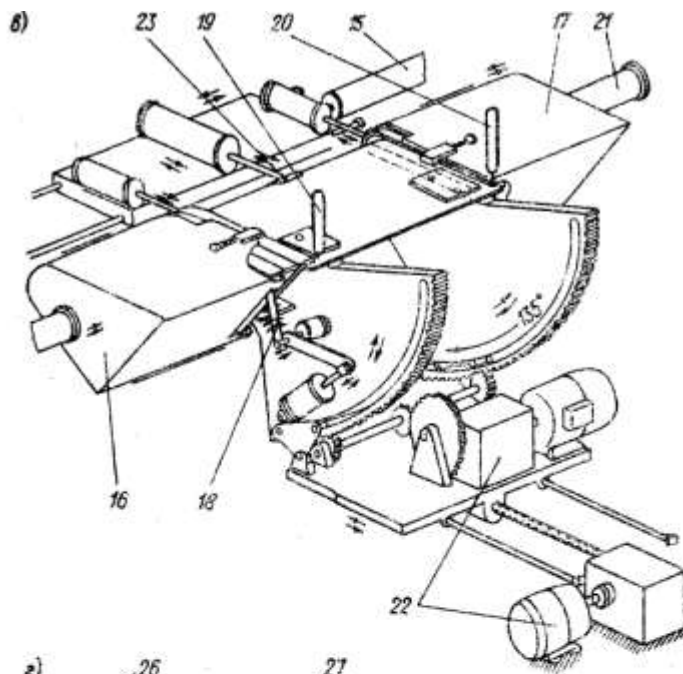
Автоматизированная линия сборки и сварки ковшей торцефрезерных машин состоит из шести автоматических сборочно-сварочных установок, связанных между собой специальными транспортными устройствами. Транспортные устройства линии выполнены в виде кареток, движущихся вперед-назад по направляющим с помощью пневмоприводов.

Ковш представляет собой сварную конструкцию, состоящую из восьми деталей из малоуглеродистой листовой стали толщиной 2,5 мм, имеет размеры 600×222×200 мм, массу — 7,5 кг.

Детали ковша поступают из заготовительного отделения в специальных, магазинах-транспортёрах, которые обеспечивают их требуемую ориентацию. Для удобства загрузки деталями магазины-транспортёры имеют съёмные или откидные стенки.

Заданную технологическую последовательность работы оборудования обеспечивает система путевых выключателей и жестких программ на отдельных позициях.





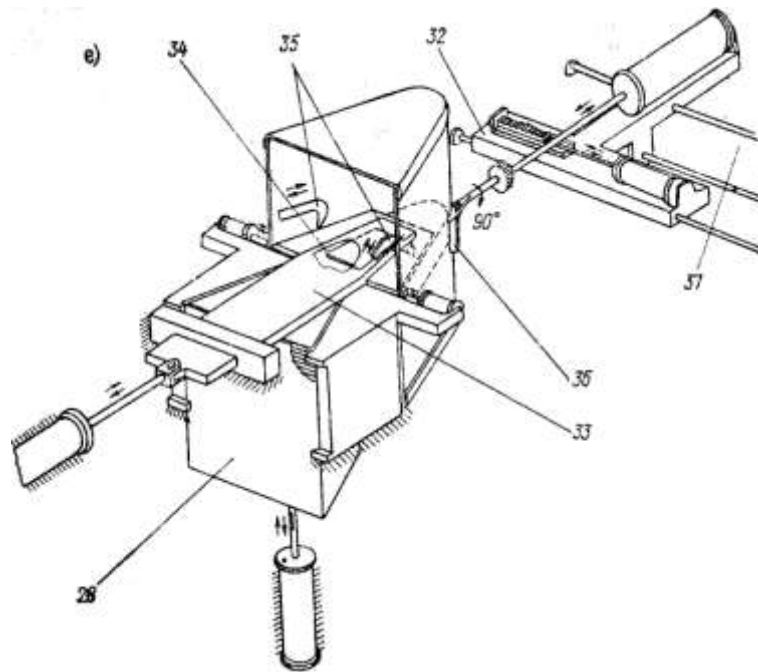


Рис. 71. Схема автоматизированной линии сборки в сварки ковшей

Рассмотрим последовательность сборки и сварки ковша на линии (рис. 71),

Позиция I (рис. 71, а). Для сборки обечайки с двумя накладками из магазина-транспортера 1 выдается обечайка, которая поступает на сборочное приспособление 2, где устанавливается и закрепляется электромагнитами 3. Две накладки из питателей 4 и 5 с помощью пневматических механизмов 6 и 7 подаются к месту сборки, устанавливаются на обечайке по фиксаторам, входящим в отверстия и прижимаются зажимами 8 и 9. Перемещение собранных деталей на позицию II производится вместе со сборочным приспособлением и кареткой с помощью пневмопривода 10

Позиция II (рис. 71, б). Контактная точечная сварка пластин с обечайкой осуществляется стационарной машиной 11. Перемещение изделия на шаг сварных точек вместе с кареткой и приспособлением производится механизмами 12, 13 и 14, срабатывающими в последовательности, заданной командоаппаратом. По окончании сварки пневмоцилиндр 15 с электромагнитным захватом снимает обечайку с приспособления и перемещает на позицию III. Каретка с приспособлением 2 возвращается в исходное положение (на позицию I) механизмом 10.

Позиция III (рис. 71, в). Сборка обечайки с двумя стенками производится после установки ее с оправкой в заданное положение. Пневмоприводы магазинов-транспортеров 16 и 17 выдают стенки до их упора в обечайку. Отсекатели 18 обеспечивают выдачу и прижатие стенок. После возврата магазинов-транспортеров 16 и 17 в исходное положение включаются сварочные головки 19 и 20. Перемещение изделия при сварке на прямолинейных и радиусном участках осуществляется приводами 22.

После окончания сварки ковш снимается с оправки электромагнитным захватом 23 и транспортной кареткой передается на позицию IV.

Позиция IV (рис. 71, г). Производится установка, прижатие и сварка уголка. Верхний уголок из пакета, находящегося в магазине 24, захватывается

электромагнитами 25, пневмоцилиндром 25 подается на ковш и прижимается к нему подводятся две сварочные головки 27 и осуществляется приварка уголка. По окончании сварки головки 27 отводятся вверх, механизм установки уголка отводит электромагниты 25 в исходное положение, а транспортная каретка перемещает ковш на позицию V.

Позиция V (рис. 71, д). Производится поворот ковша на 180° в вертикальной плоскости с помощью реечно-зубчатого механизма 29, работающего от пневмопривода 30. Осуществляется установка швеллера на ковш (аналогично установке уголка на позиции IV), а также дуговая приварка его. По окончании сварки транспортер 31 перемещает ковш на позицию VI.

Позиция VI (рис. 71, е). В процессе перемещения на позицию VI транспортная каретка 32 производит поворот ковша в вертикальной плоскости на 90° и устанавливает его на оправку 33 сборочно-сварочного приспособления. Из пакета, находящегося в питателе 28, ребро захватывается электромагнитом 34 и подается до упора в обечайку. Две сварочные головки 35, установленные под углом друг к другу, производят сварку ребра. По окончании сварки головки возвращаются в исходное положение, ковш освобождается от зажатия и электромагнитным захватом 36 снимается и сбрасывается на ленту транспортера 37.

Такая линия предусматривает изготовление ковшей торфо-фрезерных машин с тактом выпуска, равным 1 мин.

Автоматизированные линии нашли широкое применение в массовом производстве при изготовлении различных изделий. Для автоматизации процессов сборки и сварки применяют специализированные дуговые и контактные машины, шаговые транспортные устройства разной конструкции, а также специальные сборочные и сварочные приспособления, механизмы питания.

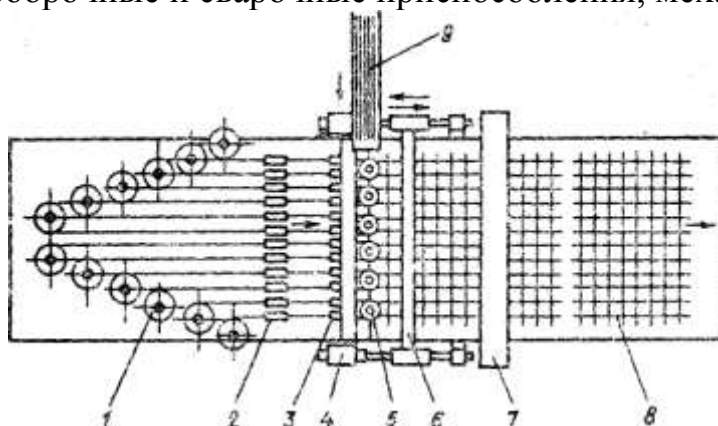


Рис. 72. Схема автоматической машины для сварки арматурных сеток и каркасов

Автоматическая машина для массового изготовления арматурных сеток и каркасов (рис. 72) позволяет сваривать из продольных проволок и прутков диаметром 3—12 мм плоские арматурные сетки 8. Продольные проволоки (до 24 шт.) поступают в машину, сматываясь с барабанов 1 и проходя через направляющее устройство 2 и направляющие втулки 3. Поперечные стержни подаются из бункера-питателя 9 и укладываются с шагом 100—300 мм на продольные

проволоки под электроды многоточечной сварочной машины. Верхние сварочные электроды опускаются пневмоприводами 5. Рельефная сварка ведется либо одновременно во всех пересечениях, либо в две очереди. Поперечная каретка 6 захватывает приваренный поперечный стержень и пневмоприводами 4 перемещает все приваренные к нему проволоки на шаг, одновременно разматывая катушки с проволокой.

Конвейерная линия для сборки объемных строительно-монтажных блоков при монтаже покрытий промышленных зданий, имеющая продольное направление потока, показана на рис. 73.

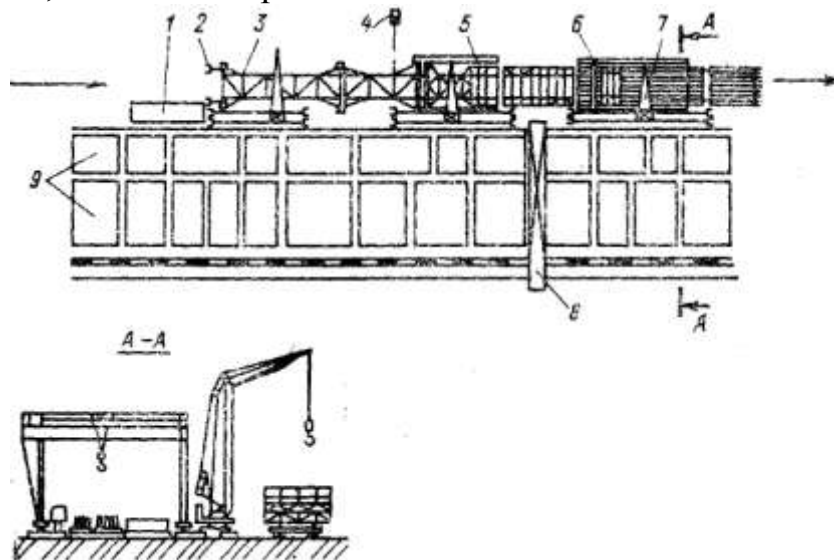


Рис. 73. Схема конвейерной линии с продольным расположением потока для сборки и сварки на монтаже блоков покрытий промышленных зданий

Линия устраивается вблизи строящегося здания. Стропильные и подстропильные фермы, а также другие металлоконструкции и заготовки, изготовленные на заводах, поступают на складские места 9 (рис. 73). Конвейерные тележки хранятся на месте 1; при работе они перемещаются по транспортному пути 2 с помощью электролебедки 4 в направлении, указанном стрелками. Путь конвейера разбивают на стоянки, оборудованные стендами 3, 5 и 6, на которых ведется укрупнительная сборка и сварка. Линия оснащается рельсовыми башенными 7 и козловыми 8 кранами соответствующей грузоподъемности, площадками и другим оборудованием и приспособлениями.

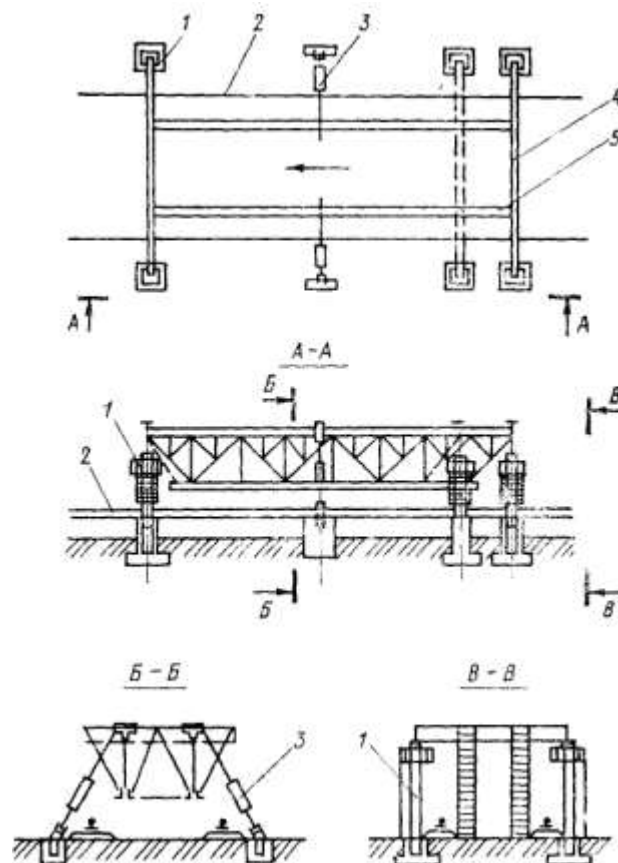


Рис. 74. Стенд для сборки подстропильных блоков и стропильных ферм ад конвейерной линии при монтаже покрытий промышленных зданий

Стационарный стенд для сборки подстропильных балок 4 (рис. 74) со стропильными фермами 5 имеет стойки 1 (на них устанавливаются подстропильные балки), винтовые подкосы 3, которые обеспечивают устойчивость при сборке верхнего пояса стропильных ферм 5. Стойки 1 располагаются с двух сторон пути 2 конвейерной линии.

Применение конвейерного метода монтажа покрытий промышленных цехов позволяет механизировать ряд монтажных и такелажных работ, сокращает их трудоемкость и сроки строительства.

Механизмы питания предназначены для подачи штучных заготовок и деталей по определенным траекториям к технологическому оборудованию или к промышленному роботу. Часто механизмы питания, кроме устройств для подачи заготовок (деталей) в рабочую позицию, имеют и другие функциональные механизмы (для фиксации, зажима, съема и т. п.) — накопитель деталей (магазин, лоток); отсекаль деталей, выдаваемых в питатель; питатель, подающий детали в рабочую позицию; толкатель; фиксирующий упор; зажимное устройство; механизм съема собранного изделия; транспортирующие механизмы.

Конструкции загрузочно-разгрузочных и транспортных устройств в механизмах питания могут быть различными и зависят от вида подаваемых изделий, производительности и устройства технологического оборудования. Они могут подавать штучные заготовки, прутки, проволоку из бухты, порошок и т. п.

При автоматизации питания заготовками, имеющими большие размеры и сложную конфигурацию, трудно осуществить автоматическое ориентирование,

подачу и фиксацию их в рабочей позиции. Из-за нерациональности применения дорогостоящих и сложных автоматических механизмов питания в этих случаях применяют как механизированную, так и ручную загрузку.

Механизмы питания могут встраиваться в технологическое оборудование или располагаться отдельно от него. Место расположения механизма и его конструкция определяются видом обрабатываемых деталей, производительностью и типом оборудования, эргономическими требованиями к удобству обслуживания, связью с другим оборудованием.

Основные требования к механизмам питания для подачи штучных заготовок: простота конструкции, надежность работы, необходимый запас заготовок в бункере, легкий доступ к механизмам для устранения застревания заготовок, удобство загрузки и выгрузки деталей, быстродействие, совмещение циклов работы механизмов питателя и технологического оборудования.

5.3 Приспособления в роботизированных производствах

При относительно частой смене изделий целесообразно создание гибких автоматизированных систем на базе промышленных роботов.

Механизмы питания автоматических линий дополняются транспортерами или роботами, передающими обрабатываемые детали от станка к станку.

Сварочное производство относится к одной из наиболее перспективных областей применения промышленных роботов (ПР), которые в отличие от сварочных станков-автоматов или специальных многоэлектродных сварочных машин, могут работать по гибкой, часто изменяющейся программе, легко и быстро перенастраиваться на другую работу.

Основными направлениями использования роботов в сварочном производстве являются: установка сборочно-сварочных приспособлений на технологическое и другое оборудование, снятие с него; подготовка деталей и изделий к сварке; сборка под сварку деталей и изделий; снятие с приспособлений и удаление сваренных изделий, сварка и наварка (контактная, дуговая, плазменная и др.); правка заготовок, деталей и сваренных изделий; зачистка деталей и сварных швов; контроль качества деталей и сварных изделий; выполнение различных межоперационных, внутрицеховых транспортных, погрузочно-разгрузочных и складских операций; работа в комплексе с другим сборочно-сварочным и транспортным оборудованием, в поточных линиях, управление ими и т.п.

Для успешного использования ПР необходимо осуществить комплекс организационно-технических подготовительных работ по отработке сварного изделия на технологичность, модернизации существующего или разработке принципиально нового технологического, транспортного и другого оборудования, сборочно-сварочных приспособлений, разработать проект робото-технологического комплекса.

Промышленный робот является автоматическим манипулятором с программным управлением. Он может быть сравнительно легко и быстро

перенастроен и обучен на выполнение другого технологического процесса путем перепрограммирования и замены (переналадки) приспособлений.

Любой промышленный робот независимо от класса состоит из механической части и системы управления. Механическая часть (рис. 75) включает станину 1, устанавливаемую неподвижно или на подвижную тележку 2, рычажное захватное устройство (руки) 3, представляющее собой разомкнутый многосвязный механизм, на конце которого монтируется устройство для захвата детали или инструмента 4. Робот может иметь одну, две, три и более рук, совершающих позиционирование с деталью или инструментом в различных системах координат: цилиндрической, полярной, прямоугольной, сферической или комбинированной. Устройство управления может устанавливаться отдельно или встраиваться в станину.

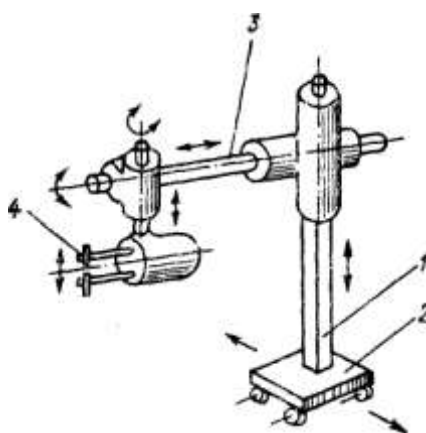


Рис. 75. Схема робота с семью степенями подвижности в виде тележки с колонной

Большинство ПР первого поколения обладают тремя—пятью степенями подвижности, причем рука вместе с закрепленной в ней сварочной горелкой (пистолетом) или временно зажатой захватом деталью может поворачиваться в горизонтальной плоскости, перемещаться и наклоняться, выдвигаться и убираться обратно, поворачиваться вокруг собственной оси и перемещаться вместе со станиной.

Конструкция, размеры и форма захватов определяются формой, массой, размерами, материалом транспортируемой детали и другими параметрами, а также требованиями, предъявляемыми при транспортировании. Некоторые типы зажимных губок захватов для изделий с различной поверхностью показаны на рис. 76.

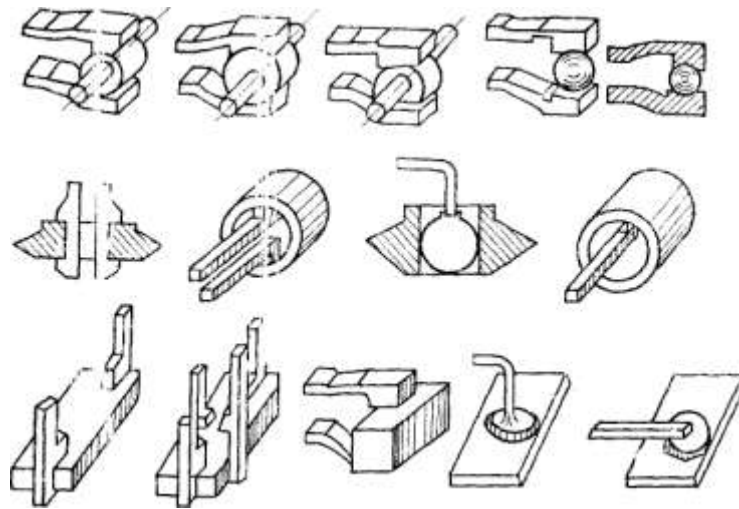


Рис. 76. Зажимные губки для захвата различных деталей

В качестве приводов захватных устройств применяются механические, пневматические, гидравлические, магнитные, электромагнитные и их комбинации.

Автоматическая линия на базе сварочных роботов имеет транспортно-загрузочные средства, перемещающиеся приспособления-спутники, средства автоматического складирования заготовок и приспособлений и распределения их между установками. Для управления используется принцип группового управления от ЭВМ.

В последнее время расширяется применение ПР для дуговой сварки. Если контактная сварка успешно выполняется ПР с жесткой программой действия (первого поколения), то для дуговой сварки необходимы адаптивные (второго поколения) и интеллектуальные (третьего поколения) ПР. В настоящее время созданы для дуговой сварки отдельные специальные роботы с адаптивной системой управления, способные использовать информацию о внешней среде, поступающую от соответствующих сенсорных устройств, позволяющих определить положение, конфигурацию, размер и другие данные об изделии и сварочном инструменте. В этом случае упрощаются технологические приспособления, не требуются устройства для предварительного ориентирования, сокращается время переналадки работы на другую программу.

В общем виде РТК для дуговой сварки в CO_2 состоит из ряда механизмов и устройств:

- манипулятора сварочного инструмента (горелки), имеющего три-четыре степени подвижности и точность позиционирования 0,5... 1,0 мм;
- манипулятора изделия с крепежным приспособлением, имеющего две степени подвижности;
- сварочного оборудования (источник питания дуги, подающий механизм, шланговый держатель с горелкой и т. п.);
- аппаратуры управления РТК;
- сервисного оборудования (накопители, питатели, тара, устройство для обрезки конца проволоки, зачистки сопла от брызг, охлаждения мундштука и др.).

Наиболее трудоемки и плохо поддаются автоматизации сборочные процессы. Элементарный цикл сборки любого изделия с помощью ПР состоит из следующих движений: опускания руки и захвата 1-й детали; переноса и установки ее в приспособление; захвата и установки 2-й детали и т. д. Кроме того, в процессе сборки необходимо производить последовательное закрепление устанавливаемых деталей в приспособлении.

Анализ работ показывает, что сборочные ПР должны обеспечивать высокую точность позиционирования, автоматическую смену захватов или инструмента, уметь распознавать объекты сборки и самостоятельно принимать решения в зависимости от ситуации. Сборка любого изделия требует захвата различных по конфигурации, размерам и массе деталей, что в свою очередь требует смены или подналадки ориентирующих устройств и захватов, однонаправленности и строгого ритма потока, точной стыковки всего оборудования РТК. Это вызывает дополнительные трудности роботизации операции сборки. Существующие ПР способны пока выполнять лишь сборку простых изделий из двух-трех деталей, а также отдельные операции: захват и перенос строго (или предварительно) ориентированной детали, ее установку, снятие прихваченного (сваренного) изделия, контактную точечную сварку и т. п.

На стадии проектирования технологического процесса сборки выбирают оптимальный вариант компоновки РТК. При этом часто эффективным оказывается компромиссное решение, например сочетание ручного труда сборщиков с работой различных механизмов, в том числе и роботов (рис. 77).

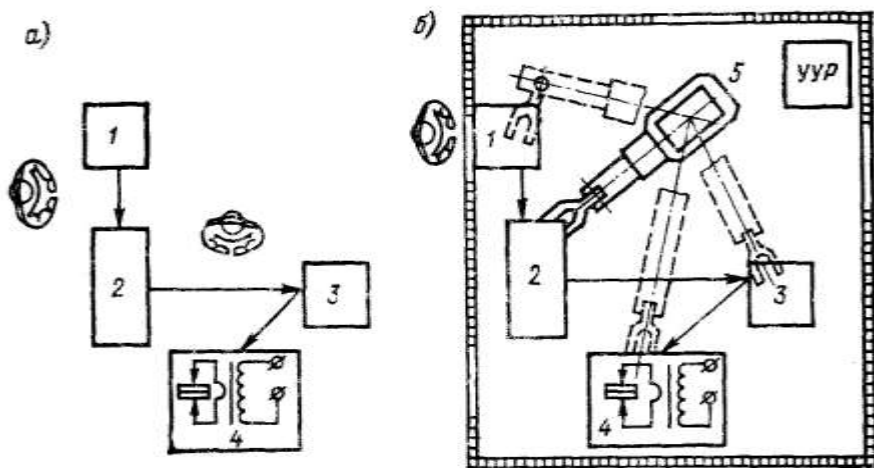


Рис. 77. Схема технологического участка

a — до установки робота; *б* — после его установки; 1 — оборотное приспособление; 2 и 3 — гидравлические прессы, 4 — машина для точечной сварки; 5 — робот; УУР — устройство управления роботом

Присутствие человека в сборочной линии с роботами оказывается целесообразным до тех пор, пока автоматические системы зрения и осязания роботов не станут совершенными, надежными и экономически оправданными.

В РТК дуговой сварки манипулятор изделия должен работать согласованно с манипулятором сварочной горелки. С целью обеспечения автоматического управления положением изделия требуется модернизация типовых

манипуляторов, предусматривающая оснащение их средствами циклового программного управления. При модернизации манипуляторов типа М-11050 в ИЭС им. Е. О. Патона предложено соосно с планшайбой манипулятора монтировать барабан 1 (рис. 78) с канавками, в которых размещаются и закрепляются путевые кулачки 3, взаимодействующие с блоком путевых переключателей 2. При вращении планшайбы кулачок 3 нажимает толкатель переключателя 2 и включает тормоз планшайбы, что обеспечивает остановку ее с точностью $\pm 0,18$ мм при частоте вращения $3,2 \text{ мин}^{-1}$.

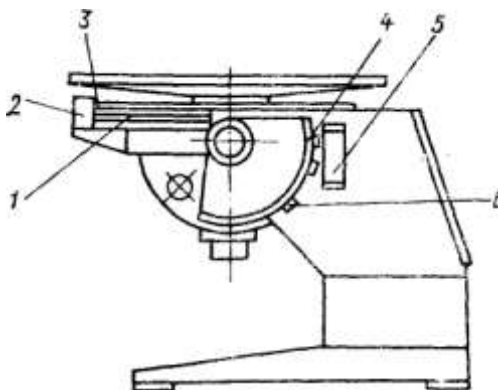


Рис. 78. Схема модернизации манипулятора

Для автоматического управления наклоном планшайбы соосно с ее осью закрепляют сектор 4 с канавками и кулачками 6, которые взаимодействуют с блоком 5, обеспечивающим требуемое переключение и наклон планшайбы в пределах 135° . а также ее реверс.

5.4 Пути совершенствования приспособлений

Непрерывное совершенствование производства требует прогрессивных изменений приспособлений. Это достигается разными путями.

Первый путь (раньше был основным) — поиск (изобретение) новых приспособлений для технологических процессов, а которых они не применялись.

Второй путь — вытеснение менее совершенных приспособлений более совершенными.

Третий путь (технологический) — постепенное улучшение приспособления за счет внесения мелких изменений.

Четвертый путь (конструктивный) — создание нового приспособления как определенной комбинации уже известных технических решений (может применяться параллельное, последовательное и последовательно-параллельное комбинирование).

Возможно усовершенствование одного и того же приспособления при одновременном улучшении его по нескольким путям.

Во всех случаях создания новых или модернизации существующих сварочных приспособлений и оборудования решаются задачи повышения уровня их механизации и автоматизации, качества сварных изделий, надежности работы

сварочных приспособлений, установок и станков. Достигнуть этого можно при широком использовании роботов, мини- и микро-ЭВМ. Перспективно применение созданных на их основе multifunctional машин, линий, робото-технологических комплексов, гибких автоматизированных производств, легко переналаживаемых при изменении технологии, модернизации или смене изготавливаемых изделий.

Интенсификация производства, расширение номенклатуры и быстрая сменяемость выпускаемой продукции требуют ускорения технологической подготовки производств, в том числе и проектирования сборочно-сварочных приспособлений. Повышение эффективности процессов проектирования приспособлений имеет большое значение для сокращения расходов по подготовке производства сварных изделий. Перспективным направлением является использование вычислительной техники на базе систем автоматизированного конструирования технологической оснастки.

Для разработки систем автоматизированного проектирования (САПР) приспособлений по типовым схемам на ЭВМ необходимы широкая нормализация, стандартизация и унификация. Применение стандартных элементов и узлов по типовым схемам выполняется на ЭВМ при относительно небольших затратах. Проектирование же приспособлений из нестандартных элементов требует значительного усложнения алгоритмов и программ.

В настоящее время рассматриваются два способа организации машинного проектирования. В первом случае человек готовит задание и получает результат. Такой способ требует полного знания проектируемого объекта и может быть использован лишь при решении некоторых узких проектных задач. В другом случае предусматривается активное взаимодействие конструктора с ЭВМ. При этом последовательно уточняется проектное задание, производятся всевозможные расчеты, поиск справочной информации и выбор оптимального варианта конструкции, т. е. на всех этапах конструирования имеет место активное вмешательство человека в процесс проектирования.

Построение алгоритмов в процессе проектирования позволяет определить пространственную ориентацию элементов конструкции относительно друг друга. Систему координат при этом связывают с технологической базой изделия. Источником базовой информации служит библиотека наладок, типовых конструктивных элементов и приспособлений в целом. Кроме того, в базовой информации должны содержаться сведения о технологическом оборудовании и подетальные спецификации конструктивных элементов.

На первом этапе проектирования выбирают элементы приспособления из имеющихся в машинной памяти аналогов. Если их применить не удастся, то осуществляют автоматизированный синтез конструкции приспособления. Затем производят принципиальный выбор схемы конструкции по программе, которую строят на основе анализа условий применимости и их функционирования в приспособлении. Процесс проектирования заканчивается конструктивным оформлением приспособления и получением комплекта конструкторской документации (сборочного чертежа, спецификации, рабочих чертежей). В этой системе наиболее сложной задачей является автоматизация проектирования

сборочных чертежей (построение проекций, разрезов, сечений и т. п.).

Используя САПР, уже сегодня можно решить ряд задач по выбору принципиальных конструктивных схем, их оптимизации, графическому оформлению проектных решений, подготовке технической документации (детализировка, составление спецификаций, ведомостей комплектующих изделий и т. п.), разработке маршрутной и операционной технологии. В дальнейшем применение автоматизации при проектировании будет расширяться, что потребует новых разработок в этой области.

6 РАСЧЕТЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

6.1 Экономические расчеты на стадии выбора и проектирования приспособления

При подготовке производства составляется перечень сборочно-сварочной оснастки, необходимой для обеспечения заданной точности изготовления конструкций, повышения производительности труда и снижения стоимости изделия. Вся сварочную оснастку подразделяют на три группы (очереди).

Оснастка I очереди (необходимости) — без нее невозможно изготовить конструкцию и произвести строительно-монтажные работы в соответствии с требованиями чертежей и ТУ. Это сборочно-сварочные станды, постели, струбцины, стяжки-распорки и другие монтажные и контрольные приспособления. Экономические расчеты по обоснованию применения оснастки I очереди не производятся.

Оснастка II очереди (необходимости) — применение ее исключает разметочные, пригоночные работы, повышает уровень механизации работ, снижает их трудоемкость, улучшает условия труда. К такой оснастке относятся поворотные кондукторы, различные кантователи, флюсовые подушки, передвижные колонны, тележки и т. п., Необходимость их применения должна подтверждаться технико-экономическим обоснованием на стадии выбора или проектирования, причем решающими оказываются соображения экономического характера.

Оснастка III очереди (необходимости) — должна обеспечивать комплексную механизацию и автоматизацию производства, снижение применения высококвалифицированного труда, повышение культуры производства. Как правило, такая оснастка наиболее конструктивно сложная и дорогостоящая и ее применение целесообразно только в серийном и массовом производствах. Обязательно проведение технико-экономического обоснования целесообразности применения оснастки на стадии выбора или проектирования.

Эффективность применения того или иного приспособления следует определять при его выборе или в начале разработки проекта (предварительный расчет экономической эффективности). После изготовления и внедрения приспособления устанавливают действительную экономическую эффективность

от его использования. Экономия будет тем больше, чем больше программа выпуска изделий, изготавливаемых с помощью этого приспособления.

Экономика производства позволяет получить точный ответ на вопрос, какие приспособления и в каких случаях ВЫГОДНО применять для изготовления тех или иных сварных изделий. Часто более совершенным и производительным приспособлением, хотя и более дорогим, заменяют дешевое и простое приспособление.

При определении экономической эффективности приспособлений сравнивают затраты времени на сборку и сварку изделий без приспособления и при его применении или выгодность использования двух различных приспособлений (старого и нового).

На стадии выбора и проектирования приспособления применяют упрощенный способ расчета экономической целесообразности его использования.

Применение приспособления считают целесообразным, если $A < B$, где A — стоимость нового приспособления, B — экономия, достигаемая благодаря его использованию.

Абсолютная экономия от внедрения приспособления будет $E = B - A$.

Стоимость приспособления определяется по формуле $A = y + m + nxk$ (здесь y — затраты на проектирование приспособления; m — стоимость материалов; n — трудоемкость изготовления приспособления, н/ч; x — коэффициент сложности чертежа приспособления; k — стоимость одного нормо-часа).

Стоимость приспособления ориентировочно можно найти по формуле $A = zc$, где z — масса приспособления, т; c — стоимость одной тонны, руб.: для особо сложных приспособлений, имеющих электронные устройства — 2150, для сложных конструкций, имеющих электромеханический привод — 1300, для простых конструкций — 700 руб.

Экономия, полученную от применения приспособления, заменяющего ручную работу (т. е. работу без него), можно определить по формуле $B = uein(1 + 0,01 P) - 0,01 Aq$, где u — стоимость одного н/ч слесаря-сборщика, руб.; e — экономия времени на одно изделие, достигаемая при применении приспособления, ч; i — срок службы приспособления, лет; n — годовая программа изделий, штук; P — накладные расходы на зарплату, %; q — накладные расходы, связанные с содержанием и ремонтом приспособления, %.

В случае, если новое приспособление должно заменить существующее, экономия будет

$E = uein(1 + 0,01 P) - 0,01 Aq - A'$, где A' — стоимость аннулируемого приспособления, руб.

При сравнении нескольких вариантов приспособления значения E для них будут различны. Поэтому для каждого варианта находят отношение E/A , которое называют коэффициентом рентабельности. Чем выше значение коэффициента, тем выгоднее приспособление.

Срок окупаемости капитальных вложений в приспособления определяют по формуле

$$T = (k_2 - k_1) / (c_1 - c_2) \leq T_n$$

где k_1 и k_2 — единовременные затраты соответственно по старому и новому

варианту приспособления, руб.; c_1 и c_2 — себестоимость годового выпуска изделий по старой и новой технологии (соответственно с применением старого и нового приспособления), руб.; $T_n = 3 \dots 5$ лет.

Приспособление считается выгодным, если экономия от его использования больше, чем затраты на него, а срок окупаемости затрат не превышает 3—5 лет.

6.2 Расчеты экономической эффективности применения приспособления

Фактический экономический эффект новой техники определяют по методике, утвержденной Государственным комитетом по науке и технике Совета Министров СССР, Госпланом СССР и Академией наук СССР путем учета отчетных калькуляций и затрат, отражающих реально сложившиеся затраты и объемы производства.

Годовой экономический эффект новой техники представляет собой суммарную экономию всех ресурсов (живого труда, материалов, капитальных вложений), получаемых народным хозяйством в результате ее использования.

Расчет производится по формуле

$$\mathcal{E} = Z_1 - Z_2$$

где \mathcal{E} — годовой экономический эффект, руб.; Z_1 и Z_2 — годовые приведенные затраты, руб.

Годовые приведенные затраты составляют

$$Z = c + E_n k$$

где c — годовые текущие затраты (себестоимость годового выпуска), руб.; E_n — нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений: $E_n = 0,15$; k — капитальные вложения, т. е. сумма производственных основных и оборотных фондов после внедрение новой техники, руб.

При определении годового экономического эффекта за базу сравнения берут показатели заменяемой техники.

Капитальные вложения при использовании роботизированных производств состоят из затрат на проектирование РТК и ГАП, модернизацию оборудования, перепланировку участков, исследовательские, конструкторские и технологические проработки; затрат на основное и вспомогательное технологическое оборудование, оснастку и промышленные роботы; затрат на перепланировку; подключение и отладку оборудования и приспособлений и др. Высокие начальные капитальные вложения при применении ПР и специальных приспособлений в составе РТК и ГАП вызваны значительной стоимостью используемых роботов и приспособлений.

Применяемые в РТК и ГАП приспособления отличаются от обычных большей конструктивной сложностью и точностью, в связи с чем они дороже. Однако экономический эффект от их использования проявляется в повышении коэффициента сложности и производительности работы оборудования, экономии заработной платы, росте качества продукции, так как исключаются ошибки, допускаемые человеком, и ведущие к браку и перерывам в работе.

При расчетах экономического эффекта от применения приспособлений в РТК

и ГАП в качестве базового варианта для сравнения принимаются технико-экономические показатели заменяемой техники.

Значительный социальный эффект достигается за счет автоматизации вредных операций сварочного производства.

Годовой экономический эффект от использования РТК и ГАП можно определить по методике института ВПКТИстройдормаш (г. Киев):

$$\mathcal{E} = (Z_1 - Z_2) + \kappa_T \Delta Z_{3.пл} + E_n \kappa_\phi \Delta r + \mathcal{E}_{соц}$$

где Z_1 и Z_2 — годовые приведенные затраты сравниваемых вариантов (соответственно до и после роботизации), κ_T — коэффициент, характеризующий отношение стоимости прибавочного продукта к индивидуальной заработной плате: $\kappa_T = 0,9$; $\Delta Z_{3.пл}$ — годовая зарплата высвобождаемых производственных рабочих; $\kappa_T \Delta Z_{3.пл}$ — прибавочный продукт, создаваемый высвобождаемыми рабочими на других участках производства, E_n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (для автоматов и автоматических линий $E_n = 0,11 \dots 0,12$, для РТК и ГАП $E_n = 0,14 \dots 0,15$, для роботов $E_n = 0,15 \dots 0,17$); κ_ϕ — отраслевой показатель фондовооруженности одного производственного рабочего; Δr — количество рабочих, высвобождающихся в результате роботизации; $E_n \kappa_\phi \Delta r$ — нормативный эффект от использования основного оборудования в отрасли в результате высвобождения рабочих на роботизированном участке и использования их на других производственных участках; $\mathcal{E}_{соц}$ — эффект, обусловленный улучшением социальных факторов труда рабочих.

7 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

7.1 Требования безопасности труда со сварочными приспособлениями

При разработке и применении сварочных приспособлений следует учитывать санитарно-гигиенические, психофизиологические, эстетические, социально-физиологические факторы и их комплексное воздействие на организм рабочего.

Рабочее место электросварщика или слесаря-сборщика металлоконструкций представляет собой пространственную зону вокруг сварочного или сборочно-сварочного приспособления, используемого им. Планировка стационарного рабочего места предусматривает (рис. 79) размещение на нем, кроме приспособления, также сварочного оборудования, складские места для инструмента, деталей и сборочных единиц, образующих металлоконструкцию, складское место готовых изделий, организационную оснастку, грузоподъемно-транспортные средства. Их пространственная увязка должна производиться в соответствии с требованиями современных норм проектирования сборочно-сварочных производств.

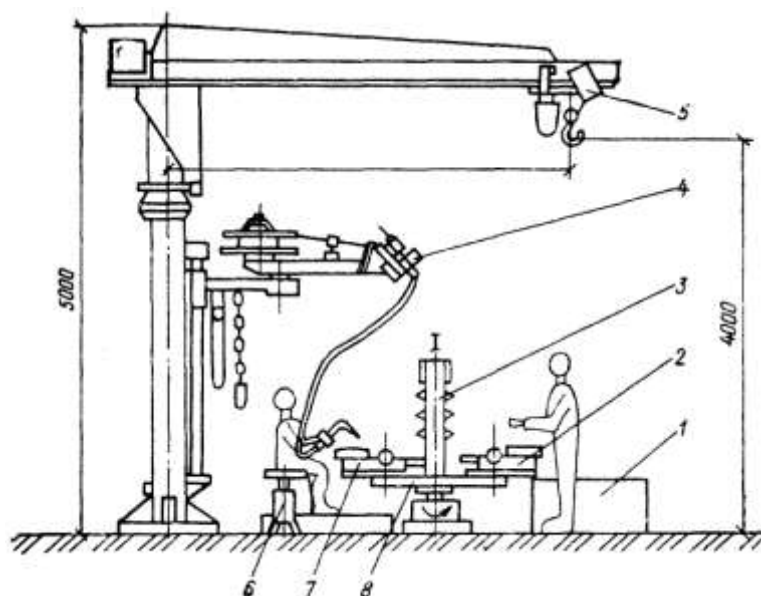


Рис. 79. Схема расположения оборудования на рабочем месте слесаря-сборщика и электросварщика:

- 1 — ящик с заготовками; 2, 7 — приспособления сборочно-сварочные;
- 3 — ширма со встроенной вентиляцией; 4 — полуавтомат с консолью;
- 5 — кран консольно-поворотный; 6 — стул поворотный;
- 8 — стол двухпозиционный поворотный

Связи сборочно-сварочного приспособления с соседними рабочими местами, складами заготовок и изделий осуществляются в зависимости от типа производства подъемно-транспортными механизмами, автооператорами, роботами или непосредственно рабочими.

В зависимости от конструктивно-технологических признаков сварной конструкции, а также необходимости работы в производственном помещении (цехе) на открытой площадке внизу или на монтаже на высоте содержание и условия труда рабочего будут разные. Причем слесарь-сборщик металлоконструкций может работать один, в составе бригады слесарей-сборщиков или в комплексной бригаде, включающей также электросварщиков и рабочих других профессий.

Наибольшую опасность при использовании сварочных приспособлений представляют поражения электрическим током, излучения сварочной дуги, загазованность и запыленность воздуха, ожоги тела брызгами и каплями металла, разогретыми деталями, травмирование падающими, вращающимися и движущимися частями приспособлений, возрастание психофизиологических нагрузок на рабочего в связи с повышением интенсивности труда, скоростей сварки и требований к качеству изделий.

В связи с использованием электрического тока (в электроприводах, электромагнитных прижимах и т.п.) необходимо производить заземление корпусов приспособлений и установок. Для этого следует предусматривать на корпусе заземляющий болт диаметром не менее 8...10мм с надписью синего цвета «Земля». Токоподводящие провода должны быть проложены в металлических трубах, открытую электропроводку и голые шины защищают кожухами. Все

электрошкафы должны иметь электрическую блокировку дверей.

Для защиты от излучения сварочной дуги, от поражения рабочего брызгами и каплями расплавленного металла место сварки (наплавки) должно быть закрыто кожухом с защитным стеклом, ширмой, экраном или выдвижным щитком.

Для предупреждения травм движущимися и вращающимися механизмами в конструкции приспособлений следует предусматривать кожухи ограждения и их блокировку, обеспечивающую выключение системы при отсутствии или открывании кожуха. Для предохранения от выпадения изделия из поворотного приспособления при аварийном отключении энергоносителя (электроэнергии, сжатого воздуха и др.) необходимо устанавливать самотормозящиеся зажимы, один-два механических зажима в пневматическом приспособлении или обратные клапаны на входе в пневмоцилиндры. На корпусах приспособлений, средств их механизации следует ставить защитные козырьки и сетки, предохраняющие от выпадения деталей, изделий и инструмента.

Самоходное сборочное и сварочное оборудование должно оснащаться тормозами, иметь звуковую и световую сигнализацию. В конце зоны работы ходовые пути оборудуются конечными выключателями, упорами — ограничителями хода, а зона движения ограждается.

Штоки пневмо- и гидроцилиндров, направляющие к другим обработанные поверхности деталей защищаются от ударов, попадания из них грязи, шлака, брызг и капель металла. В зоне нахождения рабочего не должно быть открытых подвижных частей приспособлений. Корпуса, станины, рамы и другие прямоугольные части приспособлений должны иметь округления. На пневматических приспособлениях и оборудовании устанавливаются глушители шума.

В приспособлениях и установках с повышенным газо- и пылевыведением необходимо предусматривать местные отсосы, которые крепятся к основанию или встраиваются в него. Допускаемая концентрация пыли на рабочих местах сварщиков 4 мг/м^3 .

На сборочных приспособлениях и установках, имеющих большие габариты и обслуживаемых двумя рабочими, должна быть предусмотрена электрическая блокировка зажимных и поворотных механизмов в зоне работы каждого сборщика. Приспособления, станки и установки надежно закрепляются на фундаменте или устанавливаются устойчиво. Самопроизвольный поворот шпинделя или наклон стола манипуляторов, вращателей и кантователей должен быть исключен. Для этого в конструкции механизмов предусматривают самотормозящую кару или стопорный механизм. На элементах управления должны быть четкие, надписи и аварийные кнопки «Стоп».

Основная базовая поверхность приспособления в зависимости от конструктивно-технологических признаков изделия и от вида производства может располагаться вблизи от пола или на различной высоте от него (нулевой отметки). В связи с этим рабочие операции производятся рабочим сидя, стоя с наклонами или без наклонов туловища, либо с подъемом на различную высоту монтажной площадки. Наиболее удобно талое приспособление, которое обеспечивает расположение базовой поверхности перед рабочим на уровне 800 ... 1000 мм от

пола.

Учитывая разный рост рабочих, в конструкцию приспособления включают специальные устройства для регулировки высоты, применяют подставки под ноги, сиденья с регулируемой высотой.

Приспособления должны иметь внизу пространство высотой и глубиной не менее 150 мм для размещения ног, а при необходимости и пространство для колен, чтобы они не упирались в раму (стол) приспособления.

При работе на большей высоте площадки для размещения приспособлений и сами приспособления должны иметь перила и замкнутый бортик высотой не менее 40 мм, который препятствует соскальзыванию и случайному падению вниз инструмента, приспособлений, деталей, электродов. На переносных приспособлениях следует предусматривать крючья на корпусе, позволяющие быстро и надежно закрепить (повесить) их на металлоконструкции.

Весьма затруднительна комплексная механизация и особенно автоматизация работ на приспособлениях при установке их на движущейся конвейерной линии или при проведении монтажных работ на высоте. Дополнительное неблагоприятное воздействие на рабочего оказывают ветер, атмосферные осадки, низкие температуры в зимние месяцы, слепящее действие прожекторов, освещающих рабочие места в ночное время.

Перед работой на сборочном приспособлении слесарь-сборщик должен подготовить его: проверить отсутствие посторонних деталей, электродов, огарков, удалить остатки флюса, шлака, брызги и капли металла с установочных поверхностей и прижимов, отвести прижимы и подвижные части приспособления в исходное положение и т. п. Сборка ведется путем установки и закрепления в приспособлении всех деталей и сборочных единиц, образующих конструкцию, причем работа производится в строгом соответствии с последовательностью, регламентированной технологическим процессом сборки. Прихватка деталей между собой осуществляется, как правило, после сборки конструкции.

При наличии качественных заготовок, хорошо сконструированного приспособления и подъемно-транспортных средств процесс сборки осуществляется быстро, без значительных затрат физических усилий, без подгонки, переустановки, выверки деталей. Рабочий не совершает лишних движений, хождений, наклонов. Однако такие условия сборки имеют место только при серийном и массовом производствах однотипных изделий.

В единичном и мелкосерийном производствах, когда сборка ведется по разметке или используются простые универсальные приспособления, от рабочего требуется постоянное внимание. Он должен видеть мелкие элементы собираемой конструкции, постоянно контролировать правильность установки деталей и точность размеров, производить захват деталей и инструмента руками, вести подгонку и т. п. Все это вызывает утомление рабочего. В то же время комплексная механизация и автоматизация таких производств пока еще нерациональна и технически затруднена.

Конструкция приспособления во многом влияет на позу рабочего. Применение поворотных приспособлений повышает удобство работы, точность изготовления, создает наименьшие физические нагрузки на рабочего. Этому же

способствует применению подъемно-транспортных механизмов, чалок и грузозахватных приспособлений.

Следует учитывать также влияние эстетических и социально-психологических факторов на производительность, качество и утомляемость рабочих. В частности, внешний вид приспособления, его компоновка, форма и размещение рукояток и органов управления должны соответствовать принципам художественного конструирования и формообразования машин, учитывающим требования техники безопасности, психофизических возможностей человека и эстетического воздействия. Такие приспособления вызывают бережное отношение со стороны обслуживающего персонала, что способствует повышению их долговечности, надежности в работе, повышению производительности труда и качества.

Хороший внешний вид приспособления в значительной степени влияет на создание благоприятной и располагающей обстановки, которая снижает утомляемость рабочего, приносит ему моральное удовлетворение, делает труд радостным.

Таким образом, сварочное приспособление должно быть удобным в работе, обеспечивать высокопроизводительный и безопасный труд рабочего.

7.2 Эксплуатация и ремонт приспособлений

В процессе эксплуатации сборочно-сварочные приспособления испытывают силовые воздействия при закреплении деталей и изделий, а также дополнительные усилия от температурных воздействий. Они подвергаются трению и ударам при установке и снятии деталей и изделий. В результате износа уменьшаются диаметры фиксирующих пальцев, увеличиваются диаметры фиксирующих отверстий, искажается профиль и изменяются размеры опорных деталей, зажимных элементов и т. п. Базовые поверхности приспособлений могут забрызгиваться расплавленным металлом.

При разработке приспособлений должен быть обеспечен высокий уровень их ремонтпригодности. Это предусматривает, в частности, возможность агрегатного ремонта и замены функциональных частей и блоков, быстрой замены, регулировки и восстановления изнашивающихся элементов, необходимую степень резервирования, заданную точность собираемых и свариваемых изделий в течение всего срока эксплуатации приспособления.

Для сохранения точности приспособления и увеличения срока его службы необходимо проводить предупредительные ремонты согласно графику планово-предупредительных ремонтов (ППР) оборудования и приспособлений. Система ППР предусматривает: регистрацию (учет) всех приспособлений; надзор за их правильной эксплуатацией и уход; периодические осмотры с разборкой ответственных элементов, проверку на точность; текущий и средний ремонты.

Все перечисленные работы осуществляются по графику ППР независимо от технического состояния приспособления. Периодичность и трудоемкость обслуживания, наладки и ремонта зависят от типа приспособления и характера

его работы. Регулярно следует вести журнал учета проводимых работ. Кроме того, на каждое приспособление составляется паспорт, в котором должны найти отражение сведения о разработчике и изготовителе приспособления, датах внедрения, длительности эксплуатации, видах неисправностей и содержании ремонтных работ, базовых размерах, подлежащих проверке, их фактических предельных отклонениях, величинах износов и т. п. (см. прилож. 2). Учет неисправностей позволяет разработчикам и изготовителям совершенствовать приспособления.

В комплекте сложных приспособлений и оборудования должны быть предусмотрены технические средства, инструмент и принадлежности для выполнения работ по диагностике, наладке, техническому обслуживанию и устранению неисправностей.

Как правило, сборочно-сварочные приспособления, особенно имеющие пневмо-, гидро- и электроприводы, должны проверяться и ремонтироваться на специальных участках (в цехах), оборудованных необходимыми контрольными приборами и станками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 *Альбом* механического оборудования сварочного производства: Учеб. пособие. М.: Высшая школа, 1974. 159 с.

2 *Альбом* оборудования для заготовительных работ в производстве сварных конструкций: Учеб. пособие. М.: Высшая школа, 1977. 136 с.

3 *Андреев А. Ф., Богорад А. А., Каграманов Р. А.* Применение грузозахватных устройств для строительного-монтажных работ. М.: Стройиздат, 1985, 200 с.

4 *Блинов А. Н., Лялин К. В.* Организация и производство сварочно-монтажных работ. М.: Стройиздат, 1982. 307 с.

5 *Гитлевич А. Д., Этингер Л. А.* Механизация и автоматизация сварочного производства. М.: Машиностроение, 1979. 280 с.

6 *Евсеев Р. Е., Евсеев В. Р.* Сварка при производстве электромонтажных работ. Л.: Энергия, 1978. 296 с.

7 *Евстифеев Г. А., Веретенников И. С.* Средства механизации сварочного производства. Конструирование и расчет. М.: Машиностроение, 1977. 96 с.

8 *Козырев Ю. Г.* Промышленные роботы: Справочник. М.: Машиностроение, 1983. 376 с.

9 *Николаев Г. А., Куркин С. А., Винокуров В. А.* Сварные конструкции: Технология изготовления: Автоматизация производства и проектирование сварных конструкций. М.; Высшая школа, 1983. 344 с.

10 *Павленко В. В., Кутана И. Д.* Автоматизация технологической подготовки в сборочно-сварочном производстве. Киев: Техника, 1983. 88 с.

11 *Патон Б. Е., Спыну Г. А., Тимошенко В. Г.* Промышленные роботы для сварки. Киев: Наукова думка, 1977. 228 с.

12 *Разжигаев А. Ф.* Сборочно-сварочные приспособления. Москва, Свердловск: Машгиз, 1960. 52 с.

- 13 *Рыжков Н. Н.* Производство сварных конструкций в тяжелом машиностроении. М.: Машиностроение, 1980. 375 с.
- 14 *Сварочное оборудование: Каталог-справочник. Ч. IV / Под ред. А. И. Чвертко.* Киев: Наукова думка, 1981. 468 с
- 15 *Сварка в машиностроении: Справочник. Т. 3 Под ред. В. А. Винокурова.* М.: Машиностроение, 1979. 567 с.
- 16 *Севбо П. И.* Конструирование и расчет механического сварочного оборудования. Киев: Наукова думка, 1978. 400 с.
- 17 *Таубер Б. А.* Сборочно-сварочные приспособления и механизмы. М.: Машгиз, 1951. 416 с.
- 18 *Тюрин В. Ф.* Конструирование сборочно-сварочных приспособлений. М.: Машгиз, 1964. 76 с.
- 19 *Фишкис М. М.* Механизация и автоматизация контактной сварки. М.: Машиностроение, 1976. 47 с.
- 20 *Ханапетов М. В., Блинов А. Н., Фоминых В. П.* Организация и технология сварочно-монтажного производства. М.: Стройиздат, 1972. 320 с
- 21 *Чвертко А. И., Патон Б. Е., Тимченко В. А.* Оборудование для механизированной дуговой сварки и наплавки. М.: Машиностроение, 1981. 264 с.

СВАРОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Учебное пособие

Наталья Юрьевна Крампит
Андрей Гарольдович Крампит