



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

М.А. Шекшеев
С.В. Михайлицын
А.Б. Сычков
А.Н. Емелюшин

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СБОРОЧНО-СВАРОЧНОЙ ОСНАСТКИ

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия*

Магнитогорск
2019

Рецензенты:

кандидат технических наук,
заведующий кафедрой «Металлургические технологии»
АНО ДПО «КЦПК «Персонал»
В.Л. Корнилов

кандидат технических наук,
доцент кафедры механики,
ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»
М.В. Харченко

Шекшеев М.А., Михайлицын С.В., Сычков А.Б., Емелюшин А.Н.

Проектирование сборочно-сварочной оснастки [Электронный ресурс]: учебное пособие / Максим Александрович Шекшеев, Сергей Васильевич Михайлицын, Александр Борисович Сычков, Алексей Николаевич Емелюшин ; ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». – Электрон. текстовые дан. (4,64 Мб). – Магнитогорск : ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2019. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Систем. требования : IBM PC, любой, более 1 GHz ; 512 Мб RAM ; 10 Мб HDD ; MS Windows XP и выше ; Adobe Reader 8.0 и выше ; CD/DVD-ROM дисковод ; мышь. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-9967-1535-0

Пособие знакомит с современными сварочными приспособлениями и требованиями к ним. Изложены этапы проектирования приспособлений, показаны базовые детали и их установка в приспособлениях. Даны требования к точности приспособлений и расчёт погрешностей, а также показаны установочные элементы. Представлены расчёты сил, воздействующие на детали при сварке. Представлен перечень конструкций приспособлений, установок и станков. Показаны основы системного подхода к проектированию приспособлений. Изложены требования безопасности труда со сварочными приспособлениями.

Пособие предназначено для студентов, изучающих дисциплину «Проектирование сборочно-сварочной оснастки» и получающих квалификацию бакалавров по направлению Машиностроение по направленности Оборудование и технология сварочного производства, а также при выполнении курсовых работ и ВКР по соответствующей дисциплине. Пособие полезно для молодых инженеров и изобретателей, учёных и людей, решающих творческие задачи.

УДК 621.791

ISBN 978-5-9967-1535-0

© Шекшеев М.А., Михайлицын С.В.,
Сычков А.Б., Емелюшин А.Н., 2019

© ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова», 2019

Содержание

1. ВВЕДЕНИЕ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ.....	4
2. ТРЕБОВАНИЯ К ПРИСПОСОБЛЕНИЯМ	8
2.1. Классификация приспособлений принятая в машиностроении в целом	8
2.2. Классификация приспособлений.....	9
2.3. Классификация элементов приспособлений.....	9
2.4. Основные принципы выбора приспособлений для единичного, серийного и массового производства.....	10
2.5. Общие требования к конструкции сборочно-сварочных приспособлений	12
3. ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ.....	13
3.1. Выбор сварочных приспособлений.....	13
В общем виде проектирование технологической оснастки выглядит следующим:.....	16
3.2. Проектирование и модернизация приспособлений.....	21
4. БАЗИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ В ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ.....	25
5. УСТАНОВКА ДЕТАЛЕЙ В ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ.....	30
5.1. Требования к конструкции фиксаторов и их расположению.....	34
6. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	37
7. ТОЧНОСТЬ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ. РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТЕЙ	39
8. УСТАНОВОЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ	42
8.1. Основания приспособлений.....	42
8.2. Установочные детали приспособлений и их выбор.....	43
9. СИЛЫ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ДЕТАЛИ ПРИ СВАРКЕ.....	48
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СВАРНОЙ КОНСТРУКЦИИ. ЗАЖИМНЫЕ МЕХАНИЗМЫ И РАСЧЁТ ИХ ПАРАМЕТРОВ. КОНСТРУКЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ	48
9.1. Зажимные механизмы приспособлений	48
9.1.1. Некоторые примеры.....	50
10. КОНСТРУКЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ, УСТАНОВОК И СТАНКОВ.....	85
УНИВЕРСАЛЬНО-СБОРНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	85
10.1. Универсально-сборные приспособления сварочного производства.....	85
10.2. Переносные приспособления.....	87
10.3. Сборочно-сварочные стенды и кондукторы	92
10.4. Приспособления в сварочных установках и станках	94
11. ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ. ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ.....	98
12. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА СО СВАРОЧНЫМИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯМИ.....	100
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	106

1. ВВЕДЕНИЕ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ

В настоящее время очень актуальным остается вопрос о поднятии производительности 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

В сборочно-сварочном процессе сварочная операция занимает от 10 до 80% времени в зависимости от конструкции узла; остальное время расходуется на сборочные, вспомогательные и дополнительные работы. Очевидно, что сократить затраты на эти работы могут позволить применение оснастки.

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 трудоёмкость работ; повысить производитель-

ность 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.

Под служебным назначением оснастки понимают чётко сформулированную технологическую задачу, для решения которой она создается.

Среди задач, решение которых достигается применением оснастки можно выделить три основных:

1. Установка заготовок, деталей, узлов без выверки. Применение оснастки для установки заготовок ликвидирует дорогостоящую и трудоёмкую операцию разметки, устраняет выверку устанавливаемой конструкции, обеспечивает возможность автоматического получения точности размеров, а следовательно, повышает точность сборки за счёт устранения погрешностей, связанных с разметкой и выверкой.

2. Повышение производительности труда. Высокая производительность труда в равной мере зависит как от высокопроизводительного оборудования, так и от высокопроизводительной оснастки. Повысить производительность труда – это значит сократить норму штучного времени на операцию.

При использовании оснастки рабочий может не проверять положение детали при установке. Для сокращения времени закрепления заготовки проектируются быстродействующие ручные, механизированные, автоматизированные и многократные зажимные устройства, поворотные приспособления, автоматические загрузочные устройства, выталкиватели и др. Задачей технолога по обеспечению повышения производительности труда является анализ нормы времени для уменьшения её составляющих.

3. Расширение, технологических возможностей оборудования. Единичные и мелкосерийные производства оснащены в основном универсальным оборудованием. В этом случае рационально применять специальную оснастку расширяющие технологические возможности оборудования.

Очевидно, что сокращение производственного цикла может быть достигнуто не только за счёт сокращения времени собственно сварки изделия, но и уменьшения времени сборки изделия под сварку и манипуляций с деталью в процессе наложения швов. Этот вопрос приобретает особенно большое значение при автоматической сварке. Благодаря значительной скорости наложения швов и, следовательно, ускорению сварки, потеря времени на установку резко снижает эффективность применения автоматической сварки. Отсутствие специальных механизмов для выполнения сборочных и кантовочно-установочных операций при сварке тяжелых конструкций приводит к огромным затратам времени, снижающим эффект от применения высокопроизводительных методов наложения сварного шва.

Для указанных целей и предназначается разнообразная сборочно-сварочная оснастка, позволяющая:

1. облегчить трудоемкие операции по установке и фиксации деталей при сборке;

2. исключить в большинстве случаев разметку деталей при сборке; уменьшить деформацию – коробление и усадку свариваемого узла или изделия;

3. упростить технологию изготовления сложных изделий с механически обработанными узлами или деталями;

4. уменьшить время на повороты изделия в процессе сварки;

5. устанавливать свариваемое изделие в наиболее благоприятное для сварки положение;

6. осуществлять взаимозаменяемость сварных узлов;

7. использовать менее квалифицированную рабочую силу, чем при сборке без оснастки, и упростить контрольно-приемочные операции.

Сборочно-сварочная оснастка делится на:

1) фиксаторы;

2) прижимы;

3) стягивающие и распорные приспособления (домкраты, стяжки и распорки);

4) комбинированные неповоротные приспособления;

5) комбинированные поворотные приспособления;

6) ручные сборочно-сварочные механизмы;

7) приводные сборочно-сварочные механизмы;

8) механическое оборудование установок для автоматической сварки.

По назначению приспособления могут быть для сборки под сварку, для сварки и комбинированные сборочно-сварочные.

Приспособления для правки, разметки и др. здесь не рассматриваются.

Вопрос о необходимости и целесообразности совмещения сборки и сварки в одном приспособлении или выполнении сборки и сварки отдельно должен решаться на основании ряда технологических, конструктивных и эксплуатационных соображений с учетом формы, размеров изделия, и конкретных условий данного цеха:

1) возможность наложения всех требуемых швов на изделие в сборочном приспособлении;

2) уверенность, что при снятии собранного и прихваченного узла со сборочного приспособления для дальнейшей его сварки вне этого приспособления не нарушится правильное взаимное положение отдельных деталей;

3) возможность усложнения конструкции приспособления, когда для сварки изделия необходимо делать его поворотным, в то время, как для сборки оно могло бы быть неповоротным;

4) возможность усложнения конструкции приспособления для придания ему повышенной жесткости и прочности, чтобы избежать значительных деформаций при сварке в нем изделия, причём для сборки и прихватки собираемого изделия ужесточение приспособления не требуется;

5) правильная организация работы на участке сборки под сварку и сварки; при совмещении сборки и сварки в одном приспособлении возможно нерациональное использование сварщиков в периоде сборки изделия и сварщиков в период сварки;

б) правильная организация внутрицеховой транспортировки изделия; длительность или сложность транспортировки тяжелых или крупногабаритных собранных и прихваченных изделий.

Сварочная оснастка может быть использована как силовая (сборочные звенья для поджима или подгибки деталей, стягивания и т. д.), так и фиксирующая, не воспринимающая значительных усилий.

Из простейших элементов приспособлений некоторые (упоры, фиксаторы) могут воспринимать значительные усилия лишь в отдельных случаях, например, при повороте изделия и передаче веса или части веса собираемого узла на упор или фиксатор, при появлении распорного усилия от деформации свариваемого узла и т. д.

Другие же (прижимы, домкраты, стяжки, распорки) всегда являются силовыми звеньями и поэтому должны обладать достаточной прочностью и жёсткостью.

В некоторых случаях усилия, воспринимаемые этими элементами, весьма велики; например, усилие, передаваемое штоком гидравлического прижима для сборки полуколец котла под давлением 12 МПа, достигает в зависимости от конструкции сборочного устройства 80-100 т.

Обычно не всегда определяют точную величину действительных усилий, воспринимаемых оснасткой; проектирование оснастки в ряде случаев производится по аналогии, что часто приводит к неудовлетворительной конструкции и быстрому выходу оснащения из строя. Поэтому при разработке схемы приспособления необходимо тщательно определять действительные усилия в силовых звеньях, прибегая в нужных случаях к экспериментальному их определению.

В отдельных звеньях сборочных приспособлений усилия могут возникать от зажимных устройств и в некоторых случаях от веса собираемых деталей. В сварочных приспособлениях к выше перечисленным усилиям добавляются усилия от усадки швов в соединениях.

Зная длину швов на изделии и их расположение, число требуемых поворотов изделия в процессе сборки или сварки, а также выбрав метод сварки, можно установить основные конструктивные параметры приспособления:

1. вид приспособления – поворотное или неповоротное;
2. тип привода – ручной или моторный;
3. тип установки для автоматической сварки – универсального или специализированного назначения.

Поворот приспособления (вращение изделия) является технологически необходимым лишь при наложении кольцевого или радиусного шва. В этом случае поворотное устройство должно обеспечить окружную скорость изделия, диктуемую скоростью сварки.

В ряде случаев вопрос о способе кантовки решается главным образом экономическими, а не технологическими факторами. Может оказаться, что для громоздких изделий при небольшом числе кантовок целесообразнее выполнять кантовочные работы с помощью цехового крана или иного грузоподъемного устройства.

Тип привода для установочных (поворотных) движений выбирается на основе кинематического расчёта и определения конструкции передач, исходя из расчётного усилия, которое может приложить рабочий на рукоятке приводного механизма.

Для окончательного выбора схемы приспособления нужно, помимо перечисленного, учесть также следующие конкретные условия применения приспособлений на данном предприятии:

1. место размещения оснастки в цехе, возможность крепления элементов установок или механизмов к колоннам или стенам здания;
2. наличие в цехе подъёмно-транспортных средств, их грузоподъёмность, степень загрузки, возможность их использования при установке и съёме изделия с приспособления, а также для транспортировки;
3. наличие в цехе сжатого воздуха, возможность и степень его использования.

При разработке оснастки имеются широкие возможности для проявления творческой инициативы по созданию конструкций, обеспечивающих наибольшую эффективность и рентабельность производства, по снижению стоимости приспособлений и сокращению сроков их изготовления. Приспособления должны быть удобными и безопасными в работе, быстродействующими, достаточно жёсткими для обеспечения заданной точности обработки, удобными для быстрой установки на станок, что особенно важно при периодической смене приспособлений в серийном производстве, простыми и дешёвыми в изготовлении, доступными для ремонта и замены изношенных деталей.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое сварочное приспособление?
2. Что такое сборочно-сварочная оснастка?
3. Задачи, которые решает применение сборочно-сварочной оснастки?
4. Классификация сборочно-сварочной оснастки.
5. Порядок установления основных конструктивных параметров приспособления.
6. Назначение приспособлений.
7. Что необходимо для окончательного выбора схемы приспособления?

2. ТРЕБОВАНИЯ К ПРИСПОСОБЛЕНИЯМ

2.1. Классификация приспособлений принятая в машиностроении в целом

По целевому назначению приспособления можно разделить на пять основных групп:

1. Станочные приспособления для установки и закрепления обрабатываемых заготовок.
2. Станочные приспособления для установки и закрепления инструмента.
3. Сборочные, используемые для соединения деталей в изделия. Применяют следующие типы сборочных приспособлений:

- для крепления базовых деталей собираемого узла,
- для обеспечения правильной установки соединяемых элементов изделия,
- для предварительного деформирования устанавливаемых упругих элементов (пружин, разрезных колец), а также для запрессовки, клепки, развальцовывания и других операций, когда требуются при сборке большие усилия.

4. Контрольные, применяемые для проверки заготовок при промежуточном и окончательном контроле деталей, а также при сборке машин.

5. Приспособления для захвата, перемещения и кантования тяжелых, а в автоматизированном производстве и легких заготовок, деталей и собираемых изделий (роботы, манипуляторы).

2.2. Классификация приспособлений

1. По степени специализации:

1.1. Универсальные приспособления (УП) – применяются в единичном и мелкосерийном производстве.

1.2. Переналаживаемые приспособления. – применяются в мелкосерийном и среднесерийном производстве. Состоят из постоянной (базовой) части и комплекта сменных наладок. В ЕСТПП все переналаживаемые приспособления приведены к 7 видам:

- универсально-сборные;
- сборно-разборные;
- универсально-безналадочные;
- универсально-наладочные;
- специализированные наладочные приспособления;
- неразборные специальные приспособления;
- агрегатные средства механизации зажима.

1.3. Специальные приспособления (СП), предназначенные для выполнения определенных технологических операций, и представляют собой переналаживаемые приспособления одноцелевого назначения. Их используют в массовом производстве при постоянном закреплении операций на рабочих местах. СП трудоёмки и дороги в изготовлении.

2. По степени механизации и автоматизации приспособления делятся на ручные, механизированные, полуавтоматические и автоматические.

2.3. Классификация элементов приспособлений

Все детали в приспособлениях делятся на группы, выполняющие одни и те же функции. Проведённая стандартизация в области оснастки уменьшила разнообразие этих деталей и объединила их в следующие группы:

1. Установочные элементы;
2. Зажимные;
3. Установочно-зажимные;
4. Силовые приводы;

5. Устройства, координирующие положения режущего инструмента;
6. Делительные устройства;
7. Корпуса приспособлений;
8. Вспомогательные элементы.

2.4. Основные принципы выбора приспособлений для единичного, серийного и массового производства

Правила выбора технологической оснастки устанавливают порядок выбора систем и конструкций оснастки не только в соответствии с их эксплуатационной характеристикой и спецификой производства изделий, но и на основе обеспечения интенсификации её эксплуатации.

Современное машиностроительное предприятие характеризуется различными типами производств, серийностью, габаритами и формой изделий, что обуславливает использование в рамках одного предприятия различных систем приспособлений. Комплексная задача выбора систем приспособлений заключается в определении оснащающих операции объемов приспособлений различных систем, которые обеспечат в сумме максимальную экономическую эффективность, как в сфере подготовки производства, так и в сфере производства изделий.

Такая задача ввиду её большой размерности может быть решена только с использованием современных информационно-поисковых систем.

Для решения поставленной задачи можно руководствоваться некоторыми понятиями и рекомендациями из области стандартизации и унификации.

Комплексная стандартизация приспособлений – упорядоченный правилами и положениями Государственной системы стандартизации процесс, обеспечивающий оптимальный уровень технологической готовности для производства изделий в результате разработки, комплектации и применения постоянно действующего парка стандартных и унифицированных приспособлений различных систем.

Унификация приспособлений – часть комплексной стандартизации приспособлений, заключающаяся в приведении к единообразию, основанному на рациональном сокращении числа, типов, основных параметров приспособлений, их сборочных единиц, деталей, конструктивных элементов, марок материалов, покрытий, норм точности и т. д.

Система приспособлений – совокупность приспособлений, которые создаются на основе единых правил с целью обеспечения единства их выполнения и использования в определённых организационных условиях технологического процесса изготовления различных изделий. Системы приспособлений используют на основе применения правил и положений ЕСТПП для достижения высокой технологической готовности промышленных предприятий к производству различных изделий в соответствии с заданными технико-экономическими и плановыми показателями.

Универсальные безналадочные приспособления (УБП) представляют собой неразборные приспособления многократного применения, которые эксплуатируются без доработки. Эффективны в условиях единичного мелкосерийного производства однотипных деталей. Примерами являются центры, универсальные патроны, стойки и т. п.

Универсальные наладочные приспособления (УНП) представляют собой разборные приспособления многократного применения. Компонировка УНП состоит из базовой части, универсальной по схемам базирования и конструктивным формам устанавливаемых заготовок, и сменной наладки. Данные виды приспособлений эффективны в условиях единичного и серийного многономенклатурного производства. Примерами являются универсальные наладочные тиски и т. п.

Специализированные наладочные приспособления (СНП) представляют собой разборные приспособления многократного применения. Компонировка СНП состоит из базовой части, специализированной по схемам базирования типовых групп обрабатываемых заготовок, и сменной наладки. Данные виды приспособления эффективны в условиях серийного производства.

Универсальные сборные приспособления (УСП) представляют собой разборные приспособления многократного применения. Компонировка УСП собирается из высокоточных стандартных универсальных деталей и сборочных единиц и не требует дополнительной механической обработки. Они эффективны в условиях единичного и мелкосерийного производств.

Сборно-разборные приспособления (СРП) представляют собой разборные приспособления многократного применения. Компонировка СРП собирается из стандартных деталей и сборочных единиц с возможной их дополнительной обработкой. Они эффективны в условиях серийного и крупносерийного производств изделий, находящихся в стадии непрерывного совершенствования, или изделий с периодом изготовления до полутора лет.

Необратимые специальные приспособления (НСП) представляют собой неразборные приспособления однократного применения. В конструкциях НСП применяются стандартные детали и сборочные единицы общего применения. Такие виды приспособления эффективны в условиях крупносерийного и массового производств.

В общем случае выбор конкретного вида приспособления должен сопровождаться соответствующими экономическими расчётами.

Выбор того или иного вида приспособления необходимо обосновывать экономической целесообразности его сборки, изготовления и эксплуатации. В расчётах на рентабельность обычно сопоставляют различные конструктивные варианты приспособления для выполнения одной и той же технологической операции.

2.5. Общие требования к конструкции сборочно-сварочных приспособлений

Помимо требований, необходимых для выполнения запроектированного технологического процесса сборки или сварки, конструкция приспособлений должна обеспечить:

1. Удобство в эксплуатации. Это требование, в свою очередь, характеризуется:

а) доступностью к местам установки деталей, а также к рукояткам, винтам и другим фиксирующим и зажимным устройствам приспособления;

б) доступностью к местам прихваток (для сборочного приспособления) и к местам сварки (для сварочного приспособления).

2. Возможность наиболее выгодного порядка наложения сварных швов.

3. Полное или частичное предохранение от деформаций узла при сварке.

4. Быстрый отвод тепла от места сварки для уменьшения коробления.

5. Сборку заданного узла с одной установки.

6. Наименьшее число поворотов, как при прихватке, так и при сварке.

7. Свободный доступ для проверки размеров изделия.

8. Свободный съем собранного или сваренного изделия.

9. Смену быстро изнашиваемых деталей при ремонте и возможность восстановления требуемой точности.

10. Безопасность эксплуатации.

11. Обеспечение заданной последовательности сборки и наложения швов в соответствии с разработанным технологическим процессом.

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

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

14. Технологичность деталей и узлов приспособления, а также приспособления в целом.

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

16. Кроме того, должна быть определена экономическая целесообразность изготовления и эксплуатации приспособления, исходя из предполагаемого срока его службы.

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.

Вопросы для самоконтроля:

1. Классификация приспособлений принятая в машиностроении в целом.
2. Классификация приспособлений.
3. Классификация элементов приспособлений.
4. Основные принципы выбора приспособлений для единичного, серийного и массового производства.
5. Что такое УСП, УБП, УНП, СНП, СРП и НСП?
6. Общие требования к конструкции сборочно-сварочных приспособлений.

3. ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

3.1. Выбор сварочных приспособлений

Выбор и разработка приспособлений – один из этапов технологической подготовки производства новых изделий. Конструирование нового приспособления или модернизация существующего производятся 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 вариантов.

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 лёгкую установку при сборке и съём изделия, доступность к местам прихватки, сварки или наплавки. Технологичные сварные конструкции позволяют применять более простые и дешёвые приспособления для их изготовления.

Разработка технологического процесса изготовления изделия. Рациональный технологический процесс сборки и сварки изделия должен быть проработан на уровне маршрутного или развёрнутого 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 трудоёмкость 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, электроэнергии и т. п. Человек занимается лишь управлением механизированными устройствами, загрузкой и выгрузкой изделий, установкой деталей и съёмом 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 следующее:

- 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 их себестоимость, определить годовой экономический эффект и срок окупаемости капитальных вложений.

Наиболее проработаны вопросы конструирования (проектирования) приспособлений в общем машиностроении и, в частности, при обработке резанием.

Конструирование приспособления – творческий процесс. Для него характерны трудоёмкость, многовариантность возможных решений и определённая последовательность (этапы) выполнения:

1. На первом этапе конструирования получают и анализируют исходные данные, определяют условия использования приспособления и предъявляемые к нему требования.

2. Второй этап заключается в уточнении схемы установки. Зная принятую в технологическом процессе схему базирования заготовки, точность и шероховатость поверхностей базы, определяют тип и размер установочных элементов, их число и взаимное положение. Решение этого вопроса увязывается с требуемой точностью обработки (установки) на данной операции.

3. На третьем этапе конструирования, зная величины сил действующих на заготовку, устанавливают место приложения сил закрепления и определяют их величину на основе расчётных данных. Исходя из регламентированного времени на закрепление и открепление заготовки, типа приспособления (одно- или многоместное), конфигурации и точности заготовки, а также силы закрепления, выбирают тип зажимного устройства и определяют его основные размеры.

4. На четвертом этапе устанавливают тип и размер деталей для направления и контроля положения обрабатывающего инструмента.

5. На пятом – выявляют необходимые вспомогательные устройства, выбирают их конструкции и размеры, исходя из массы заготовки, выполняемой операции и необходимой точности обработки. При выборе конструкции и размеров указанных элементов максимально используют имеющиеся стандарты.

6. Разработку общего вида приспособлений (шестой этап конструирования) начинают с нанесения на лист контуров заготовки.

В зависимости от сложности приспособления вычерчивают несколько проекций заготовки. Последнюю проекцию целесообразно показывать условными линиями (тонкими, штрихпунктирными) для того, чтобы она выделялась на чертеже приспособления. Чтобы не касаться контура заготовки резинкой, заготовку часто вычерчивают с обратной стороны бумажной кальки в зеркальных проекциях. Вычерчивание приспособления производят затем с лицевой стороны.

Разработку общего вида ведут методом последовательного нанесения отдельных элементов приспособления вокруг контуров заготовки. Сначала вычерчивают установочные детали, затем зажимные устройства, детали для направления инструмента и вспомогательные устройства. После этого вычерчивают корпус приспособления, который объединяет все перечисленные выше элементы.

Из рассмотренного видно, что процесс конструирования приспособления – это процесс синтеза его элементов. Он состоит из выбора этих элементов, обеспечивающих заданные точность, производительность и экономичность; размещения элементов исходя из взаимосвязи между ними и выбора наиболее рационального соединения элементов оформлением корпуса приспособления. При конструировании и изготовлении приспособлений обеспечивают их высокую надёжность по показателям безотказности, долговечности, ремонтпригодности, а в некоторых случаях и сохраняемости. Приспособления должны быть эр-

гономичными, их обслуживание должно быть удобным и лёгким. Органы управления должны быть немногочисленными и располагаться в одном месте.

Общие виды приспособлений вычерчивают в масштабе 1:1 (исключение составляют приспособления для особо крупных или мелких деталей). На общем виде указывают габаритные размеры приспособления и размеры, которые нужно выдержать при его сборке и отладке, дается нумерация деталей и их спецификация с указанием использованных стандартов. На общем виде приспособления приводят технические условия на его сборку. В них указывают необходимую точность сборки приспособления, требования к его регулировке и отладке, методы проверки при установке на станок, отделку и маркировку.

Далее производят детализовку. Рабочие чертежи выполняют только на специальные детали.

В общем виде проектирование технологической оснастки выглядит следующим:

1. Исходные данные для проектирования:

1.1. чертёж заготовки и детали с техническими требованиями;

1.2. техпроцесс с операционными эскизами;

1.3. посадочное место станка, переходного устройства, базового приспособления;

1.4. стандарты на детали и узлы станочных приспособлений, альбомы нормализованных конструкций и ранее разработанных конструкций.

2. Разработка сборочного чертежа приспособления:

2.1. нанести на лист контуры заготовки с более детальной прорисовкой базовых поверхностей и мест приложений усилий зажима;

2.2. вокруг контура заготовки изобразить установочные элементы и, ориентировочно, изобразить зажимные устройства;

2.3. прочертить присоединительное место станка;

2.4. прочертить корпус приспособления, направляющие и вспомогательные устройства;

2.5. на сборочном чертеже проставить позиции деталей (номера задаются спецификацией), указать техническую характеристику и технические требования на точность сборки, регулировки и наладки приспособления.

Сборочно-сварочные приспособления проектируются в основном по методам, аналогичным проектированию приспособлений для механической обработки. Однако, специфика изготовления сварных узлов и изделий вносит существенные особенности в способы фиксации и закрепления на приспособлении деталей собираемого или свариваемого изделия.

Прежде всего, следует отметить, что в приспособлении, предназначенном для механической обработки, обычно закрепляются отдельные обрабатываемые детали и значительно реже – несколько деталей, собранных в узел. Соответственно этому фиксирующие элементы приспособления связаны лишь с одной или с жёстко связанной группой деталей (узлом). Изделие же под сварку собирается из значительного числа различных деталей, установка которых на при-

способлении ведётся последовательно, а фиксирование их обычно осуществляется независимо друг от друга.

В приспособлениях для механической обработки крепление должно обеспечить полную неподвижность деталей в процессе обработки.

В сварочных же приспособлениях свободное перемещение деталей при их удлинении вследствие нагревания при наложении шва или укорочении при его остывании является обязательным для некоторых узлов. Поэтому в сварочных приспособлениях часто имеет место комбинированная сборка деталей, т. е. жесткая установка одних деталей и свободная установка других деталей с фиксированием по разметке или по жестко установленным деталям.

Сварочные приспособления, в отличие от приспособлений для механической обработки, не воспринимают в процессе их эксплуатации каких-либо значительных внешних усилий (кроме усилий от зажимных элементов, собственного веса части приспособлений или устанавливаемых деталей). В то же время сварочные приспособления подвержены действию местных высоких температур в процессе прихватки и еще в большей степени в процессе сварки. Одной из важнейших функций сварочных приспособлений является уменьшение деформирования деталей и узлов вследствие температурных воздействий. Все это накладывает свою специфику на проектирование сварочных приспособлений.

Приведём факторы, определяющие конструктивную схему приспособления в той последовательности, в которой они должны быть рассмотрены при проектировании.

а) Производственная программа.

Характер технологических процессов, тип производственного оборудования, конструкция технологической оснастки находятся в непосредственной зависимости от масштаба производства, определяемого производственной программой.

Различают три основных типа производства: массовое, серийное и индивидуальное.

Массовое производство, как известно, отличается тем, что в нём на большинстве рабочих мест выполняют закрепленные за ними одни и те же операции, причём производственный процесс подчиняется определенному рабочему темпу выпуска изделия, который характеризуется количеством изделий, выпускаемых в единицу времени.

Следовательно, приспособление, прикрепленное к данному рабочему месту и являющееся специализированным, должно обеспечить производственный цикл изготовления данной операции в пределах того же рабочего темпа. Вследствие расчленённости операций в массовом производстве темп может быть весьма высоким, и для обеспечения его применяются быстродействующие приспособления, требующие минимального вспомогательного времени (эксцентрикковые, рычажные, пневматические, гидравлические и т. д.).

Серийное производство подразделяется, в зависимости от размера серии, на мелкосерийное и крупносерийное. В серийном производстве имеет место периодичность в работе каждого рабочего места. Здесь наряду со специализи-

рованными приспособлениями, предназначенными для определённого узла или детали, могут применяться универсальные приспособления, пригодные для целой группы узлов или деталей.

Вопрос о целесообразности применения быстродействующих или небыстродействующих (винтовых, клиновых и др.) приспособлений решается на основе сопоставления основного и вспомогательного времен.

Применение быстродействующих прижимов как более дорогих может оказаться нецелесообразным в тех случаях, когда вспомогательное время в операции очень мало по сравнению с основным временем.

Наконец, в индивидуальном производстве, характеризуемом единичным изготовлением изделий, применяются главным образом универсальные приспособления, пригодные для всей номенклатуры производства.

Однако в индивидуальном производстве при высокой степени унификации узлов и деталей может быть осуществлено серийное производство определённой группы узлов и деталей. В этом случае для сборки и сварки должны применяться быстродействующие приспособления.

б) Конструкция изделий.

Форма сопряжения деталей в изделии, размеры и характер расположения деталей в узлах, общие габариты изделия и т. д., являются существенными при определении первоначальной схемы приспособления.

Сварные конструкции могут быть по форме подразделены на плоскостные и объёмные; по назначению – на металлические конструкции, сосуды, работающие под давлением (с трубопроводами) и машинные (машиностроительные).

Условия, которым должны удовлетворять приспособления, зависят от того, для каких изделий они предназначаются.

Для металлических конструкций характерным является большая величина их размеров, и устройство поворотных приспособлений для их сборки и сварки весьма сложно. При индивидуальном производстве ограничиваются лишь простейшими приспособлениями. При крупносерийном производстве элементов металлических конструкций, например, при изготовлении стоек каркасов высотных зданий с большим успехом применяются поворотные ручные или приводные приспособления и механизмы. Устройство поворотных приспособлений для большинства котельных и машинных конструкций не встречает значительных трудностей.

Для сварных машинных конструкций фиксирование и закрепление деталей при сборке разрешается применением цилиндрических и конических фиксаторов, призм, винтовых, рычажных, эксцентриковых и других прижимов. В металлических сварных конструкциях обычно в качестве фиксирующих элементов применяются упорные планки или штифты, а в качестве зажимных устройств – механические виды небыстродействующих прижимов. Исключение составляют стандартные узлы металлоконструкций при их серийном производстве. В этом случае, очевидно, целесообразно применять быстродействующую оснастку. От положения и длины швов в изделии зависит наиболее выгодная установка изделия в приспособлении как в процессе его сборки и свар-

ки, а также доступность к местам прихватки и необходимое число поворотов для наложения большинства швов в нижнем положении.

Общая длина кольцевых, продольных и криволинейных швов, их расположение, а также толщина собираемых деталей изделия являются исходными при установлении метода сварки.

Наконец, вес изделия может дать первое представление о возможности и целесообразности поворота или наклона изделия в процессе сборки и сварки и способе осуществления этих движений: приспособлением, краном или совместно приспособлением и краном.

в) Технология изготовления изделия.

Технология изготовления также является важным фактором в установлении схемы приспособления.

Рассмотрим последовательно влияние трех составляющих технологии изготовления изделия:

- технологии заготовок,
- технологии сборки,
- технологии сварки.

Технология заготовок. Заготовки для сборки в приспособлениях могут поступать послековки, штамповки, резки на ножницах, резки автогеном или после механической обработки. При этом детали могут быть обработаны либо окончательно, либо предварительно.

Перечисленные методы дают различные точности заготовок.

Чистота кромок при механической обработке или штамповке и точность размеров заготовок значительно выше, чем при других методах обработки.

Качество поверхности деталей с применением автогенной резки зависит от целого ряда факторов: скорости и равномерности передвижения резака, чистоты и давления кислорода, чистоты поверхности металла, рельефа поверхности металла и т. д.

Вследствие этого при ручной термической резке трудно получить размеры деталей с жесткими допусками. Поэтому при определении схемы приспособления и размещении упоров следует избегать фиксирования по кромкам, обрезанным резаком.

Механизированная высокоточная газовая резка обеспечивает весьма чистую поверхность реза и дает заготовки с небольшим полем отклонений в размерах. Детали, изготовленные этим способом, вполне пригодны для фиксирования по их кромкам при установке в приспособления.

Отклонения в заготовках могут быть двух видов: отклонения по размерам и искажение формы поверхности. Первые отклонения влияют на выбор типа фиксирующих устройств, вторые – на конструкцию прижимов.

Точность заготовок должна обеспечить сборку узла без подгоночных работ, что позволяет достигнуть взаимозаменяемости узлов, облегчает в дальнейшем общую сборку и исключает необходимость подбора.

Размещение упоров и фиксаторов должно удовлетворять условиям сборки в пределах допустимых отклонений в размерах заготовок при принятом спосо-

бе их обработки. Поэтому в приспособлениях для сборки под сварку узла из деталей, вырезаемых вручную автогенном, следует применять не только жесткие, но и съёмные переставные или регулируемые упоры и фиксаторы.

Для заготовок с достаточно высокой точностью обычно пригодны жёсткие или отводные фиксаторы. Если на поверхности заготовок значительная волнистость, неровности, вмятины и т. д., то наиболее надёжными, в этом случае, являются винтовые прижимы.

Вышеизложенные общие соображения относительно влияния точности заготовок и вида поверхности в каждом отдельном случае следует учитывать исходя из конкретных условий.

Технология сборки. Приступая к разработке технологического процесса сборки, технолог должен учитывать не только технологические вопросы, связанные с изготовлением данного изделия, но и совершенно отчётливо представлять общее конструктивное решение приспособления или сборочно-сварочного механизма. Неразрывная органическая связь между технологией изготовления, конструкцией изделия и приспособления в сварочном деле выступает особенно рельефно.

Прежде всего, технологом должна быть установлена необходимая степень механизации сборочной операции.

В каждом из типов производства (индивидуальном, серийном или массовом) возможны два случая:

1. Когда технологически трудно осуществить сборочную операцию без специального приспособления. Например, для сварных конструкций, когда сборка узла или изделия осуществляется по деталям, не имеющим отверстий, а связь между отдельными деталями создаётся только в результате наложения сварного шва (угловое или плоскостное стыкование листов по кромкам и т. д.), технологическая необходимость приспособления часто является решающим фактором;

2. Когда сборка узла возможна без приспособления. В этом случае решающим являются технико-экономические факторы, анализ которых должен дать правильное решение вопроса о степени механизации процесса сборки.

Технологический процесс сборки должен выявить:

- наилучшие базы фиксирования для получения требуемой точности;
- последовательность фиксирования и закрепления устанавливаемых деталей, что позволяет определить наилучшее размещение фиксирующих и зажимных устройств;
- положение приспособления в процессе установки свариваемых деталей и необходимость поворота приспособления;
- наилучшее положение собираемого узла в приспособлении для удобного осуществления прихватки;
- способы обеспечения жёсткости деталей и узлов в процессе сборки и прихватки;
- возможность и целесообразность использования механически обработанных отверстий или поверхностей, имеющихся на деталях.

При сборке узла из деталей, прошедших механическую обработку до сборки, обычно достаточным является тщательное крепление их в приспособлении с одновременным фиксированием по расточенным отверстиям или обработанным плоскостям.

В тех случаях, когда само изделие недостаточно жёстко или посадочные отверстия изготовлены с точностью 3-4 классов, в приспособлении должны быть предусмотрены специальные устройства в виде оправок, дополнительных технологических вварных планок для повышения жёсткости изделия и т. п.

Технология сборки должна обеспечить соответствующее качество сварных соединений. Одним из условий удовлетворения этого требования является наличие определённых зазоров между соединяемыми деталями перед наложением шва. Величина зазоров зависит от метода сварки, типа соединения, толщины и рода материала соединяемых деталей.

Существуют рекомендуемые зазоры при сборке изделий при ручной и автоматической электродуговой сварке.

Целесообразность применения ручной или автоматической сварки решается технико-экономическим анализом эффективности применения того или иного вида сварки в зависимости от параметров изделия, длины непрерывных швов, типа швов, конструкции установки и т. д.

3.2. 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.

Основные способы:

1. Собираемое под сварку изделие обычно состоит из значительного числа различных деталей. Их установка в приспособление ведётся 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, воздействию частиц флюса, 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, подъёмно-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 и 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. Чертёж 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 расчёта.

Уже при эскизной компоновке разрабатываются наиболее технологичные детали и механизмы приспособления, что снижает трудоёмкость 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 (возможна так же ещё стадия эскизного проекта).

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 чертёж 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, жёсткости, износостойкости и т.п.). При модернизации приспособления производят его перекомпоновку с заменой одних устройств и механизмов другими, более прогрессивными, или коренную переделку приспособления.

Вопросы для самоконтроля:

1. Как учитывается программа выпуска, конструкция приспособления и технология производства при проектировании оснастки?

2. Этапность проектирования сборочно-сварочного приспособления?

3. Что должен выявить технологический процесс сборки?

4. Отличительные особенности способов фиксирования и закрепления деталей и изделий в сварочном приспособлении?

5. Какие сведения приводятся в техническом задании?

6. Какие исходные данные необходимо изучить для правильного выполнения проекта приспособления?

7. Стадии выполнения чертежей приспособлений.

8. Порядок изготовления чертежей общих видов приспособления.

4. БАЗИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ В ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ

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 твёрдое тело имеет шесть степеней свободы: перемещение в направлении трех координатных осей x , y и z (рис. 4.1, а) и вращение (поворот) относительно этих же осей ω_x , ω_y и ω_z .

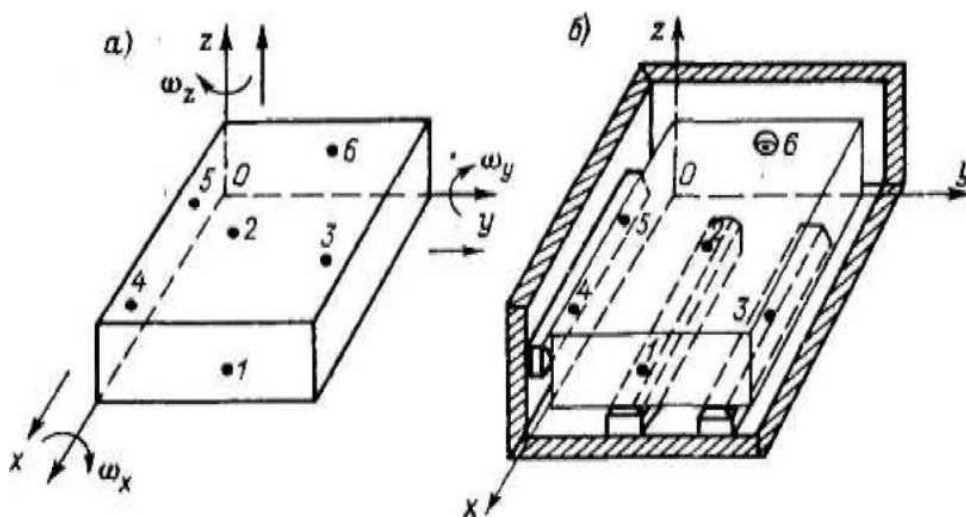


Рис. 4.1. Схемы базирования деталей на шесть опорных точек (а) и с помощью планок (б)

Для базирования любой детали требуется выполнять правило шести точек: чтобы придать детали вполне определённое положение в приспособлении, необходимо и достаточно иметь шесть опорных точек, лишаящих деталь всех шести степеней свободы.

Опорные точки материализуются различными конструкциями установочных элементов. На рис. 4.1, б точки 1-5 выделены условно на опорных пластинах, закреплённых на плоскостях xOy и xOz , опора со сферической головкой на плоскости контактирует с деталью в точке б.

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 пре-

дупреждения 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.

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 надёжности 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. 4.1, точки 1-6).

Часто точного положения заготовки во всех трех координатных плоскостях не требуется, ограничиваются упрощенным базированием по двум или одной плоскости (рис. 4.2).

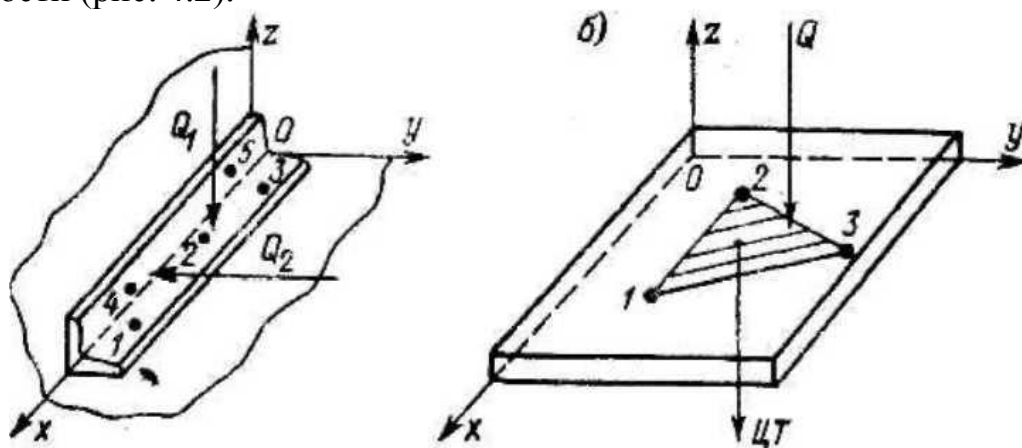


Рис. 4.2. Схемы базирования деталей по двум (а) и одной (б) плоскостям

На рис. 4.2, а заготовка лишена пяти степеней свободы, на рис. 4.2, б – трех (остальных степеней свободы заготовка может быть лишена за счёт 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.

Базирование деталей, входящих в сборочную единицу, осуществляется с применением многообразных соединений, которые можно выделить в типовые

соединения. 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, ведётся по плоскости. В этом случае заготовку достаточно опереть на три точки в плоскости xoy (рис. 4.2, б). Однако для устойчивого положения её центр 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. 4.3). В этом случае деталь лишается четырех степеней свободы (остается вращение и перемещение относительно оси oz).

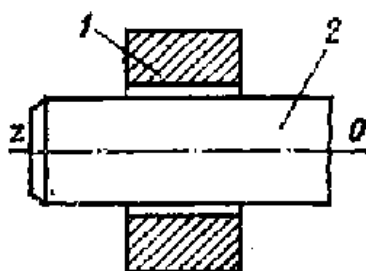


Рис. 4.3. Схема установки втулки на палец

Для деталей с внутренней цилиндрической или конической поверхностью в качестве установочных элементов могут применяться конусные оправки или установочные конусы (рис. 4.4).

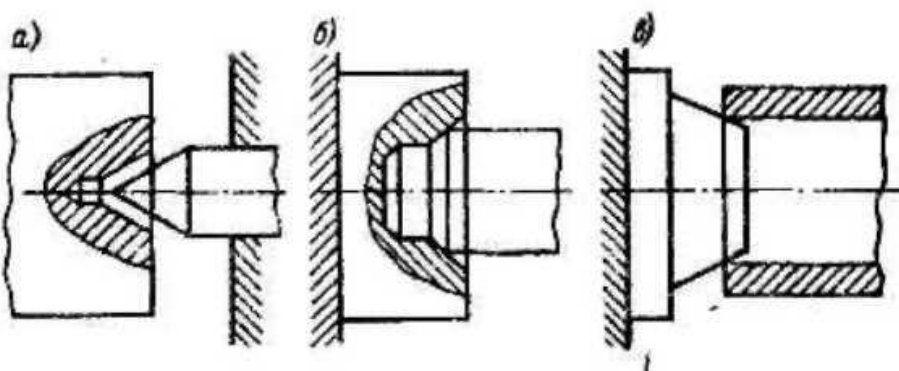


Рис. 4.4. Установка на конусы деталей типа «вал» (а и б), втулок и труб (в)

Деталь типа «вал» может устанавливаться в отверстие сплошной втулки (рис. 6, а), с помощью двух полуотверстий (рис. 4.5, б), а также на призму (рис. 4.5, 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 её установки и определить, какие степени свободы останутся после установки главной базы. Затем выбирают метод установки первой и, если необходимо, второй дополнительной базы.

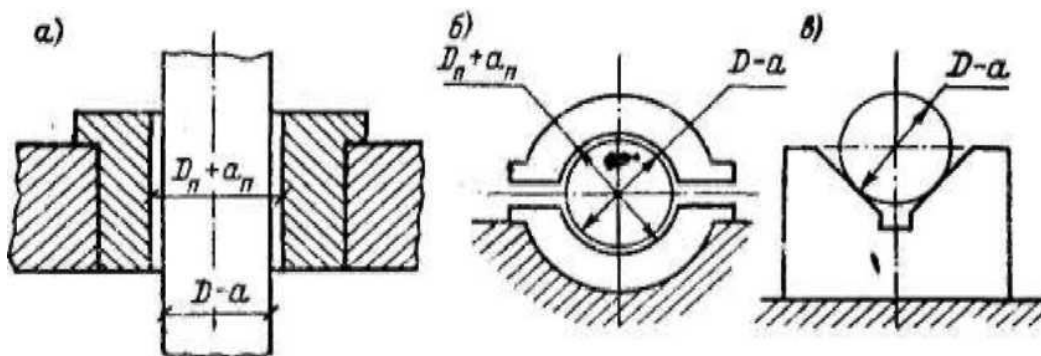


Рис. 4.5. Установка деталей типа «вал»

На рис. 4.6, а-в приведены примеры установки детали типа «втулка» группой установочных баз. В случаях, изображенных на рис. 4.6, а и 4.6, в, отверстие является главной базой, установка которой лишает деталь четырех степеней свободы, или дополнительной базой (рис. 4.6, б), когда главной базой является плоскость, перпендикулярная оси отверстия.

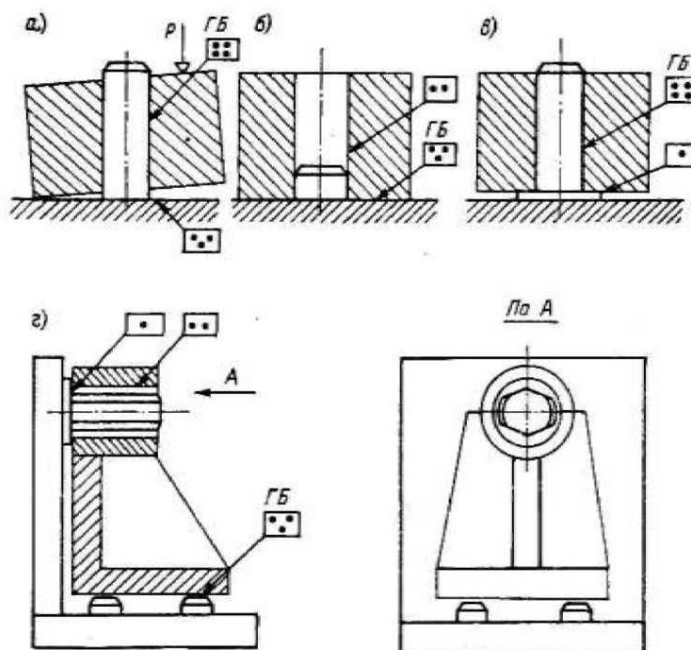


Рис. 4.6. Число опорных точек при базировании деталей на опорах и пальцах

На рисунке 4.6, 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 $< 1,5 D$), то деталь лишается одной степени свободы – перемеще-

ния 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 .

При фиксации двумя отверстиями (рис. 4.7) деталь одним отверстием устанавливается на цилиндрический палец, а другим на срезанный.

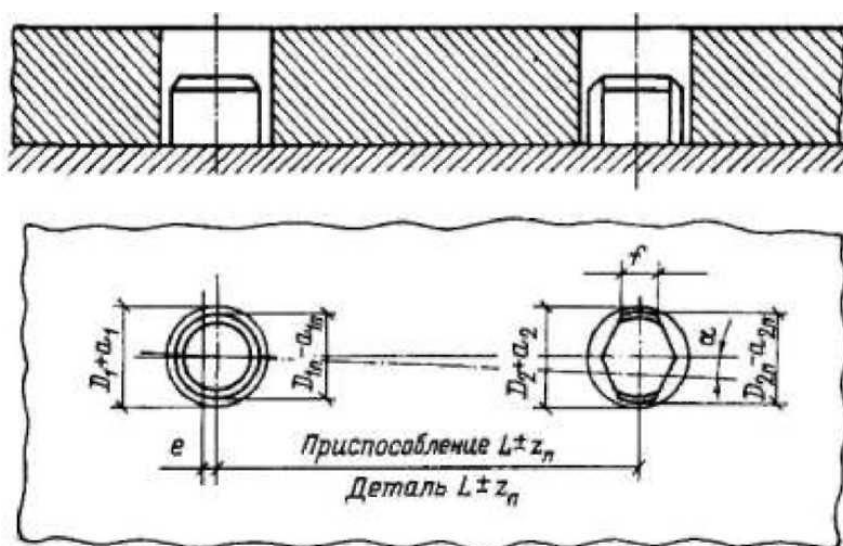


Рис. 4.7. Базирование детали на цилиндрический и срезанный палец

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:

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

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 определяются по формуле:

$$\lg \alpha = \frac{S'_{max} + S''_{max}}{2L},$$

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, неопределённой 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 её правильного базирования. Такой анализ, как правило, весьма трудоёмок и часто производится не в полной мере. Это объясняется также тем, что в настоящее время теория базирования разработана еще недостаточно (вследствие её сложности).

Базирование деталей основывается на учёте 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.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое базирование?
2. Классификация баз?
3. Какие базы бывают?
4. Типовые схемы базирования и выбор баз.
5. Какие схемы базирования предпочтительны в сварочном производстве?
6. Особенности базирования деталей в сварочном производстве.

5. УСТАНОВКА ДЕТАЛЕЙ В ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ

Если мы рассматриваем общемашиностроительный подход к проектированию оснастки, то при проектировании технологического процесса механической обработки технолог выбирает установочные базы обрабатываемой детали, от которых зависит точность обработки детали.

Установка обрабатываемой детали базовыми поверхностями в приспособлении определяет её положение относительно режущего инструмента.

Применяют три основных способа установки детали для обработки на станке:

- 1) с индивидуальной выверкой ее положения по соответствующим поверхностям;
- 2) с выверкой ее положения по рискам разметки;
- 3) с непосредственной установкой её в приспособлении.

Первые два способа весьма трудоёмки и применяются при установке деталей на станках в единичном и мелкосерийном типах производства.

Третий способ установки деталей в приспособлении является наилучшим, так как он обеспечивает точное положение детали в рабочей зоне станка, требует минимальных затрат вспомогательного времени. Поэтому он применяется в массовом и крупносерийном типах производств.

Фиксирование деталей в сборочно-сварочных приспособлениях возможно по плоским поверхностям (упорам), цилиндрическим (пальцам), коническим (призмам), либо по комбинации этих трёх поверхностей.

Фиксирование по упорам. В качестве упоров могут служить прямоугольные планки, штыри, рёбра и т. д., размещённые нужным образом по контуру устанавливаемой детали.

На рис. 5.1 показан пример фиксирования трёх угольников по упорам.

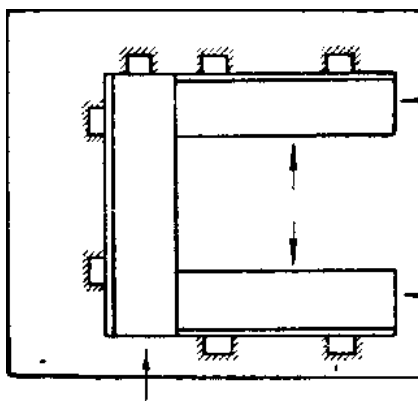


Рис. 5.1. Фиксирование трёх угольников по упорам

Стрелками показаны направления прижимных усилий. В сварочных приспособлениях эти усилия могут создаваться рукой рабочего.

Фиксирование по упорным планкам является наиболее простым, но оно не обладает высокой точностью.

На рис. 5.2 показано фиксирование угольника 1 по двум опорным поверхностям 2 и 3.

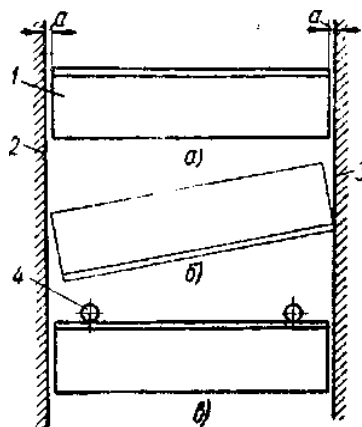


Рис. 5.2. Фиксирование детали по двум опорным поверхностям

Угольник 1 должен устанавливаться между поверхностями с зазором a (рис. 5.2, *a*), величина которого учитывает припуск на резку по длине, а также возможность некоторого перемещения детали вследствие нагрева при сварке. Если деталь устанавливается без дополнительных упоров, то возможен перекос (рис. 5.2, *б*).

Штифты-упоры 4 определяют положение угольника 1 (рис. 5.2, *в*).

Число и размещение упоров определяется конструкцией собираемого узла, принятыми базами и расположением прижимных устройств.

Так, например, при сборке длинных поясов балок, ферм и др. упорные планки служат для поджима детали по длине во избежание местных выпучиваний или прогибов как вследствие усадки или удлинения, так и вследствие неправильной формы самой детали.

Фиксирование по цилиндрическим поверхностям. Наиболее типичным случаем установки деталей по цилиндрическим поверхностям является фиксирование по пальцам.

Положение детали может быть зафиксировано одним пальцем (рис. 5.3).

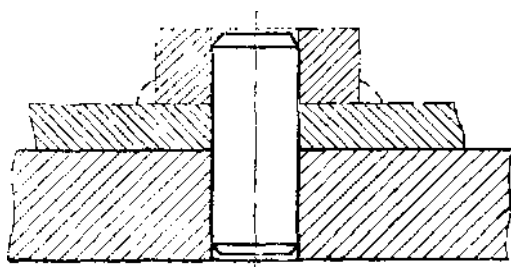


Рис. 5.3. Фиксация по одному пальцу

В ряде случаев требуется фиксация положения только одного отверстия; это достигается с помощью кольца. Если допускается поворот детали, можно обойтись без зажимных элементов.

В некоторых других случаях необходимо фиксировать двумя пальцами (рис. 5.4).

При установке детали с обработанными отверстиями по пальцам необходимо один из них делать с двухсторонним срезом в направлении, перпендикулярном линии центров обоих пальцев. При этом создается дополнительный зазор в посадочном отверстии детали.

Если наибольшие зазоры в двух установочных пальцах обозначить s_1 и s_2 , то наибольший угол перекоса детали, надетой на эти два пальца, может быть рассчитан по формуле

$$\sin \beta = \frac{s_1 + s_2}{2l}$$

где l — межцентровое расстояние пальцев.

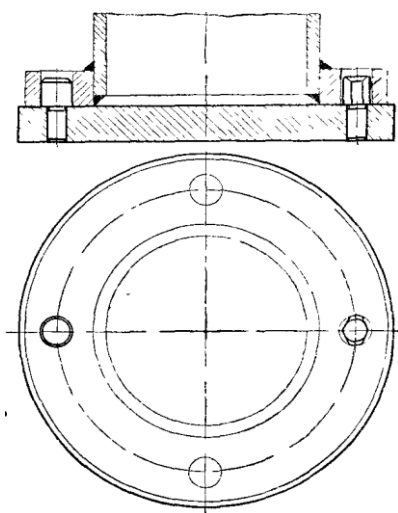


Рис. 5.4. Фиксация по двум пальцам

Установочные пальцы обычно запрессовываются в основания приспособлений или вставляются свободно в отверстия основания и обвариваются по контуру.

При запрессовке пальцев достигается наибольшая точность между осями пальцев, что необходимо при установке по ним деталей сварочного узла, имеющим отверстия с высокой степенью точности, как по диаметру, так и межцентровому расстоянию.

Фиксирование по призме. Фиксирование с помощью призм осуществляется при сборке под сварку цилиндрических деталей: труб, валов, небольших обечаек и др.

Призмы выполняются с углом паза φ , равным 90° и 120° (рис. 5.5).

Размеры призм устанавливаются в зависимости от диаметра D свариваемого изделия. Размер h принимается до $0,8D$. Размер $H - h$ - до $0,2D$. Размер C определяется для $\varphi = 90^\circ$ из формулы $C = 1,41D - 2(H - h)$; для $\varphi = 120^\circ$ из формулы $C = 2D - 3,46(H - h)$.

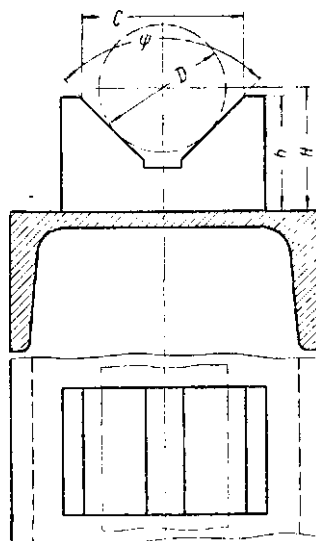


Рис. 5.5. Фиксация по призме

5.1. Требования к конструкции фиксаторов и их расположению

Базами в сварных изделиях могут служить как механически обработанные отверстия или плоскости деталей, так и плоскости стеллажа сборочного стола.

Выбор баз для каждого конкретного случая усложняется многообразием форм сварных конструкций, отсутствием в большинстве случаев обработанных поверхностей и различным положением швов в узлах изделия.

Поэтому выбор той или иной базы должен быть сделан после учета целого ряда конструктивных, технологических и эксплуатационных данных.

Сварные изделия собираются в большинстве случаев из деталей, не проходящих механическую обработку или имеющих точность по размерам деталей в пределах 14-16-го качества точности.

При сварке механически обработанных деталей узла базами должны являться обработанные поверхности сопрягаемых деталей. В большинстве случаев сборка этих узлов возможна без каких-либо приспособлений (рис. 5.6).

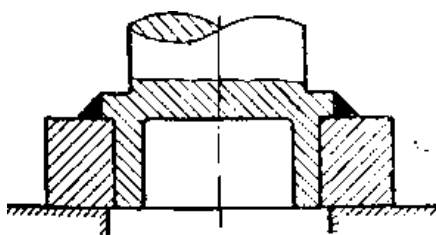


Рис. 5.6. Сборка обработанных деталей без приспособления

Если сопрягаемые детали только частично механически обработаны или совсем не обработаны, то возможны три варианта.

Первый. Сборка деталей технологически возможна без приспособлений и сопряжение деталей в узле осуществляется базированием одной детали по дру-

гой без применения разметки. Применение в этом случае сборочного приспособления имеет целью только ускорение процесса сборки.

Второй. Сборка деталей технологически возможна без приспособлений, но для фиксации деталей необходима разметка при сборке.

Третий. Сборка деталей технологически невозможна без приспособлений.

Так как собираемые сварные узлы изготавливаются в большинстве случаев из прокатных профилей, имеющих значительные допуски по размерам, то при конструировании фиксаторов и выборе места для их размещения следует избегать установки фиксаторов по кромкам деталей, положение которых неопределенно.

Например, фиксатор для установки деталей из прокатных профилей (швеллер, угольник и др.) необходимо ставить к обушку (рис. 5.7, а), а не к полке (рис. 5.7, б).

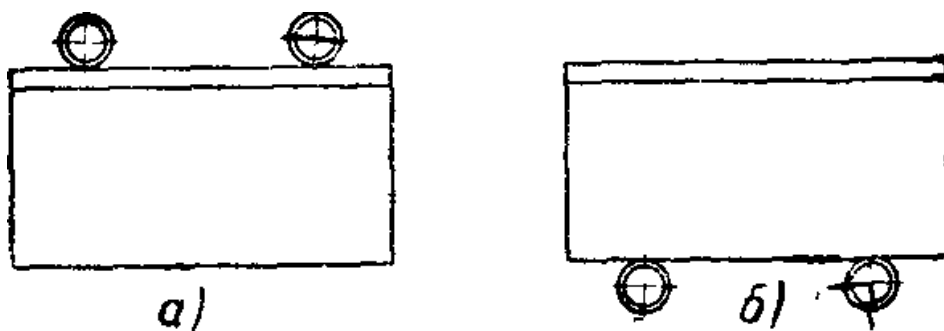


Рис. 5.7. Расположение фиксаторов при установке прокатных профилей:
а – правильная, б – неправильная.

Необходимо также учитывать способ изготовления заготовок (автогенная или механическая резка).

При сборке и сварке деталей типа подшипников независимо от степени точности обработки заготовок узла фиксирование нужно вести по основанию и крышке корпуса подшипника.

Размещение фиксаторов не должно мешать сварщику свободно манипулировать электрододержателем, при этом сварщик не должен занимать неудобные позы (изгибаться и т. д.).

При размещении фиксаторов должен учитываться возможный прогиб собираемых элементов от собственного веса, вследствие чего может быть затруднён съём сваренного и прихваченного узла с приспособления ввиду защемления узла.

Размещение фиксаторов не должно вызывать защемления в приспособлении собираемого узла вследствие деформирования последнего от температурных воздействий.

В случае, когда фиксаторы служат для предотвращения деформации изделия при сварке, они должны быть съёмными или отводными.

Вопросы для самоконтроля:

1. Для чего нужна установка деталей в приспособлении?
2. Фиксирование по цилиндрическим поверхностям.
3. Фиксирование по упорам.
4. Фиксирование по призме.
5. Требования к конструкции фиксаторов и их расположению.
6. Варианты фиксирования совершенно не обработанных деталей.
















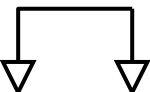


6. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПАЛЬНОЙ СХЕМЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

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 (таблица 6.1) 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 6.1

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			

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 обуху, 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 съём (рис. 6.1). Для таких изделий неподвижные упоры располагаются не по всему периметру, а лишь по двум смежным сторонам; по остальным сторонам ставят отводные откидные или съёмные упоры. В последнем случае точность сборки несколько снижается.

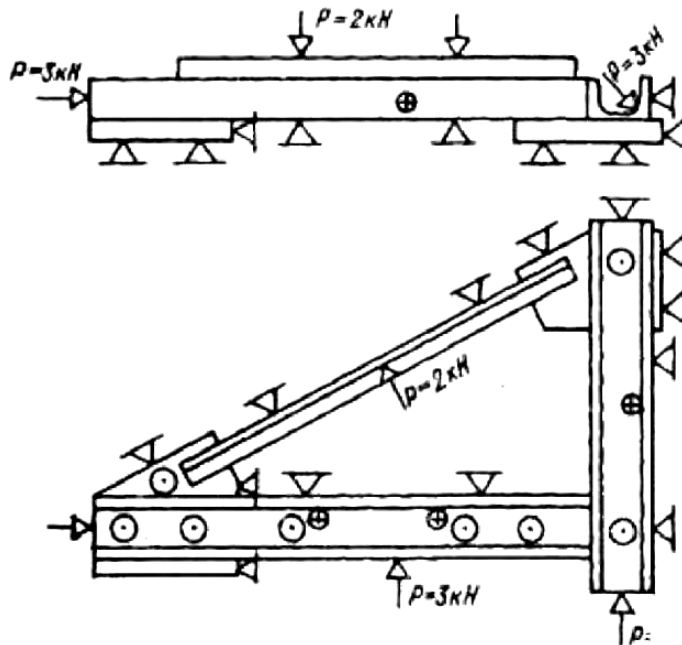


Рис. 6.1. Принципиальная схема приспособления для сборки кронштейна

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.

Вопросы для самоконтроля:

1. Как производится разработка принципиальной схемы приспособления?
2. Назовите и изобразите условные обозначения опор и зажимов?
3. Как строится принципиальная схема приспособления?
4. Что указывается на принципиальной схеме приспособления?

7. ТОЧНОСТЬ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ. РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТЕЙ

Сварные изделия состоят из 2-5 и более деталей, относительное расположение которых задаётся сборочным чертежом. Сборочное приспособление благодаря своей жёсткости 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 создаёт трудности в обеспечении точности сборки.

Точность собираемого и свариваемого изделия определяется двумя методами:

- расчетный (теоретический), который осуществляется заблаговременно;
- экспериментальный, приводимый 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_B и закрепления Δ_3 :

$$\Delta_y = \Delta_B + \Delta_3.$$

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. 7.1, 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.

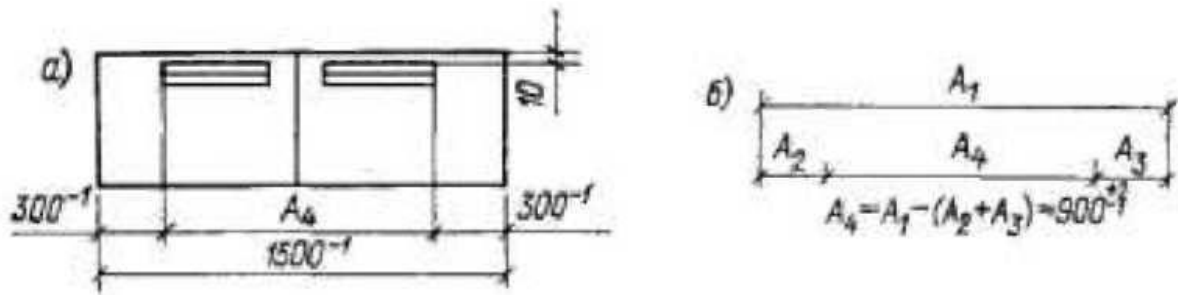


Рис. 7.1. Схема сварного изделия (а) и его размерной цепи (б)

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 трудоёмкость 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 жёсткость приспособления повышают постановкой соответствующих рёбер жёсткости или другими средствами.

Для обеспечения достаточной жёсткости оснований приспособлений допускаемый прогиб двусторонней балки должен быть $f < L$ (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 изменёнными 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 из-

делий. 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 нём. 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. Установка 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 расчётах на точность следует учитывать дополнительную погрешность, равную величине этого смещения. Иногда её можно уменьшить путём 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.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое точность приспособлений?
2. Как производится расчёт погрешностей приспособления?
3. Как используются размерные цепи при расчёте?
4. Что такое погрешность приспособления?

8. УСТАНОВОЧНЫЕ 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.

8.1. 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 жёсткостью.

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:

1. свариваемые детали имели примерно одинаковую толщину;
2. конфигурация шва обеспечивала высокую усталостную прочность соединения;
3. одним швом соединялось не более двух деталей;
4. расположение швов создавало минимум деформаций основания;
5. обеспечивалось симметричное расположение рёбер, усиливающих основания приспособлений, а их приварка производилась с двух сторон.

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

Сварные основания имеют, как правило, меньшую массу. Их отдельные части, работающие в тяжёлых 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 могут применяться также стандартизированные полые коробки с лапами для крепления, швеллер, стойки, угольники, рёбра, чугунные плиты, стальные плиты, а также опорные тумбы, оборудованные домкратами.

8.2. 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 её всех или нескольких степеней свободы (как правило, они жёстко закрепляются в корпусе приспособления запрессовкой или сваркой), вспомогательные – предназначены для придания детали дополнительной жёсткости и устойчивости, например, в тех случаях, когда деталь может опрокинуться или из-за малой жёсткости деформироваться. Вспомогательные опоры индивидуально подводят к установленной детали и закрепляют, в результате чего они превращаются в дополнительные жёсткие опоры.

Основными опорами сборочно-сварочных приспособлений могут быть опорные штыри (рис. 8.1, *a – г*) с плоской, сферической и насечённой головками.

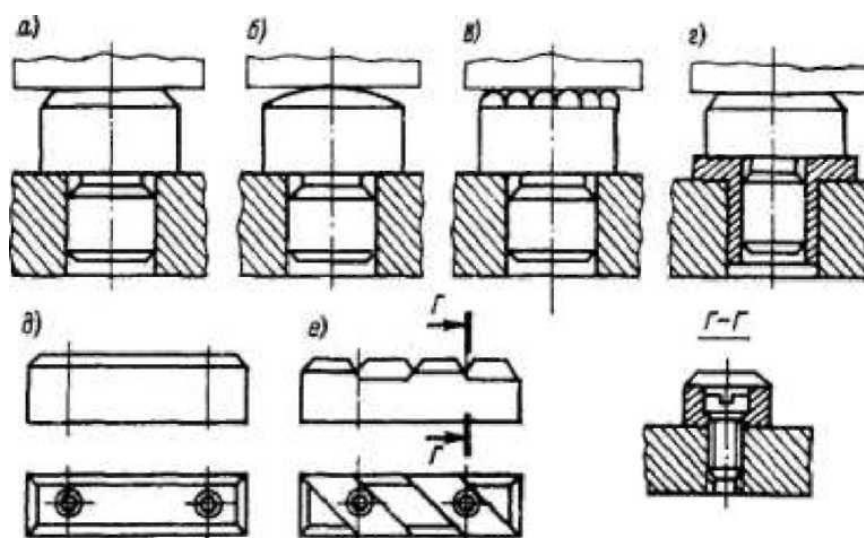


Рис. 8.1. Опорные штыри (а - г) и опорные пластины (д - е)

Детали больших размеров с обработанными базовыми плоскостями устанавливают на пластины (рис. 8.1, д и е), а детали небольших и средних размеров – на штыри.

Регулируемые винтовые опоры, показанные на рис. 8.2, могут пригоняться как основные и как вспомогательные опоры. Вспомогательные опоры не влияют на точность базирования деталей.

Упоры устанавливаются для фиксирования 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 рифлёной, 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.

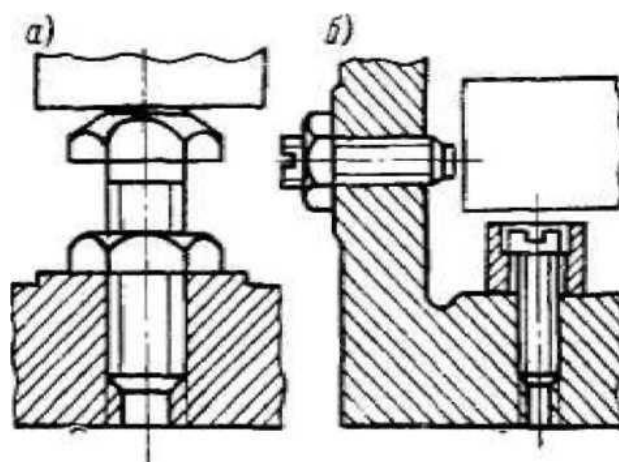


Рис. 8.2. Винтовые регулируемые опоры

Рационально, чтобы упор одновременно являлся и опорной базой (рис. 8.3, *a*). Откидные (рис. 8.3, *б*) и отводные упоры (рис. 8.3, *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.

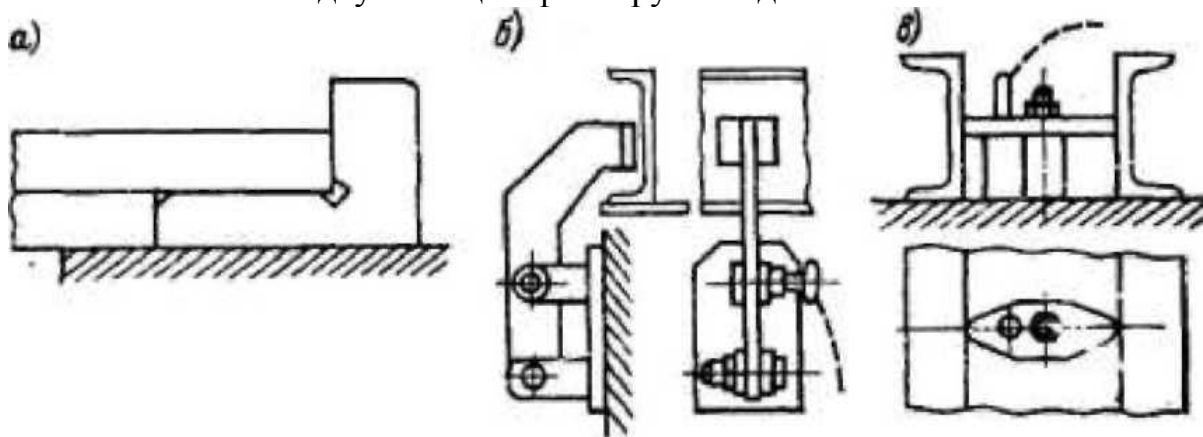


Рис. 8.3. Упоры постоянные (*a*), откидные (*б*) и отводные (*в*)

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.

При установке деталей с наружными цилиндрическими поверхностями в качестве основных опор применяют призмы (рис. 8.4, *a*) или специальные призмы с выемкой (рис. 8.4, *б*) для длинных или ступенчатых деталей.

Зависимость между размерами H и h при $\alpha = 90^\circ$ (рис. 8.4, *a*) следующая:

$$H = h + 0,707D.$$

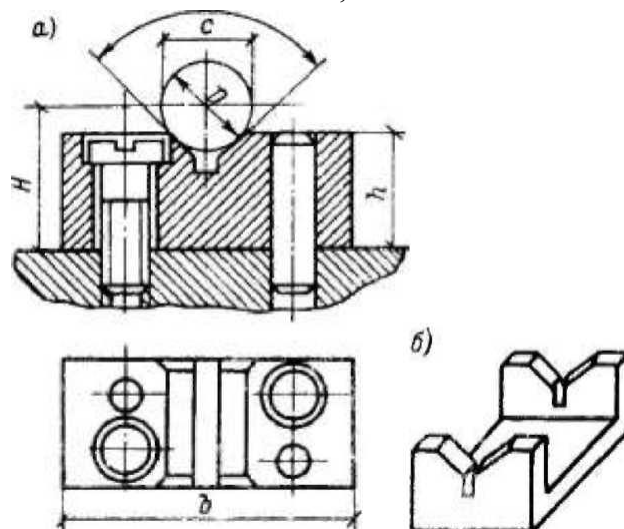


Рис. 8.4. Установочные призмы

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

Предельно допустимая нагрузка Q на призму по условиям контактной прочности:

$$Q = 0,7bD$$

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 ($l > 1,5D$) или короткими ($l < 1,5D$).

Следует отдалять обработанные поверхности платиков, пальцев и втулок от места сварки (рис. 8.5), а точные и чистые поверхности обрабатывать после сварки (рис. 8.6).

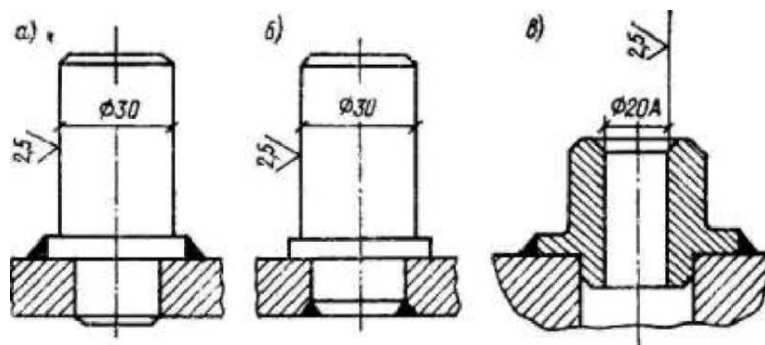


Рис. 8.5. Схема установки привариваемых чисто обработанных фиксаторов:
 а – не рекомендуется; б и в – рекомендуется

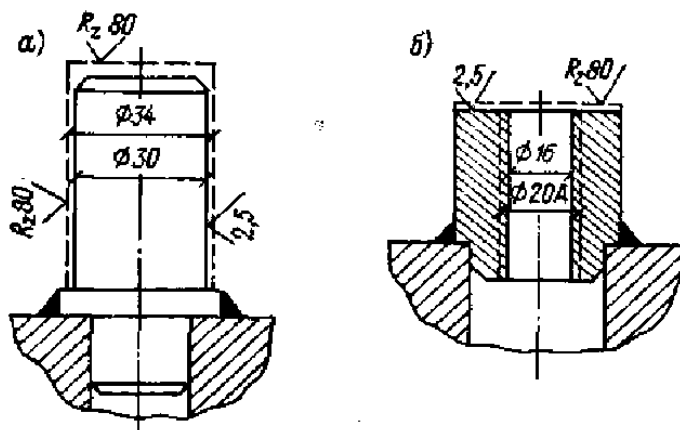


Рис. 8.6. Схема установки фиксаторов с припуском для обработки после сварки:
 а – пальцев; б – втулок

Торцевые конусы используются для центрирования цилиндрических деталей по их геометрической оси. Конструкции жестких центров могут иметь коническую (рис. 4.4, а), срезанную (рис. 4.4, в) или рифленую поверхность кони-

ческой 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. 8.7).

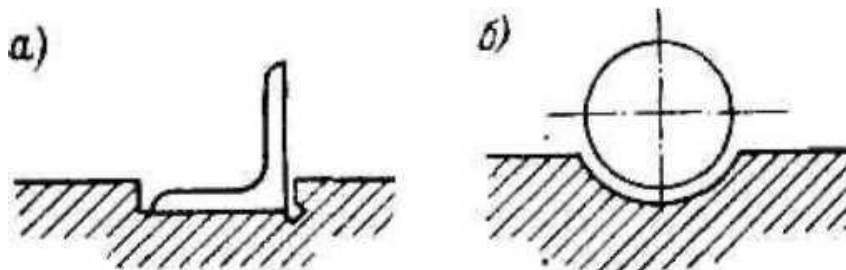


Рис. 8.7. Установочные постели *a* – опорное гнездо; *б* – ложемент

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие установочные элементы приспособлений бывают?
2. На что влияет выбор установочных элементов приспособлений и каким образом?
3. Какие основания приспособлений бывают и как их выбирают?
4. Установочные детали приспособлений и их выбор.

9. СИЛЫ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ДЕТАЛИ ПРИ СВАРКЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СВАРНОЙ СТРУКЦИИ. ЗАЖИМНЫЕ МЕХАНИЗМЫ И РАСЧЁТ ИХ ОВ. КОНСТРУКЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

9.1. Зажимные механизмы приспособлений

Зажимные механизмы предназначены для закрепления установленных в приспособление деталей, заготовок, сборочных единиц и они 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 расчётное усилие для надёжного закрепления деталей.

3. Расчёт 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:

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

2. механизированные – работающие от силового привода, управляемого вручную;

3. 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 9.1).

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

Расчёт зажимных устройств производится обычно в две стадии:

1. сначала определяют необходимые усилия зажатия деталей и изделий;
2. затем рассчитывают конструкции зажимного устройства и других элементов приспособления на прочность и жёсткость 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. Причём, должен обеспечиваться полный контакт базовых поверхностей деталей со всеми установочными элементами приспособления и исключена возможность сдвига деталей.

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 деталей (без зазоров);
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 расчётом (по методам теории сварочных деформаций) или экспериментально (на опытных или головных образцах) определяется форма и размеры остаточных сварочных деформаций или фактических отклонений.

Затем расчётным путём устанавливаются усилия, необходимые для того, чтобы свести эти деформации к нулю. При расчётах следует ориентироваться на максимальные величины усилий с учётом их места приложения и направления.

Определять требуемую силу зажима следует с учётом 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.

9.1.1. Некоторые примеры

Стенды для листовых конструкций.

Расчетное усилие p на кромку (рис. 9.1) определяется по формуле:

$$p = \frac{P}{4r} = 4,5fE\left(\frac{\delta}{r}\right)^3$$

где P – искомое давление на единицу длины каждой кромки;

r – радиус круглой выпучины;

f – величина прогиба;

E – модуль упругости;

δ – толщина пластины.

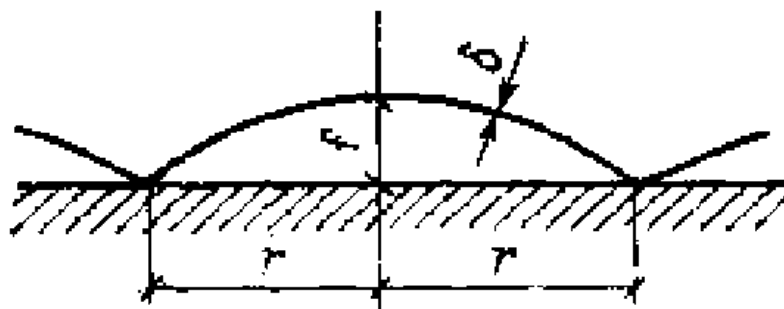


Рис. 9.1. Деформация листового полотнища в виде круглой выпучины

Напряжение изгиба вычисляется из выражения:

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

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

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 расчёта, основанный на зависимости реактивного усилия p от величины угловой сварочной деформации a (рис. 9.2).

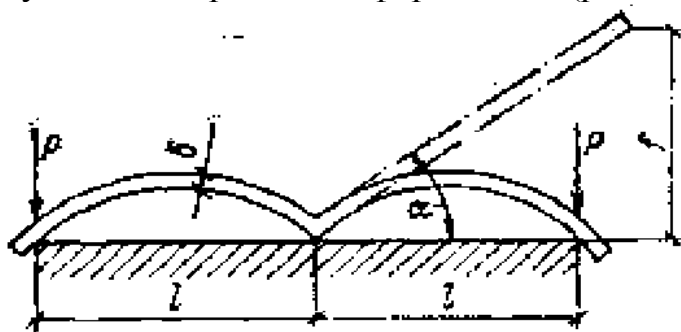


Рис. 9.2. Угловая деформация листов типа «домик»

При использовании этого метода расчёта 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

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

Затем проверяют, не превышают ли предела текучести напряжения изгиба в металле шва: $\sigma_{II} = pl/\omega = 6pl/\delta^2$, т. е. $\sigma_{II} < \sigma_T$. 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).

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 расчёту 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, «гребёнок».

Стенды и кондукторы для балочных конструкций.

Основные расчетные схемы зажимных устройств для балочных конструкций показаны на рис. 9.3. Усилия на прижимах должны быть достаточными, чтобы деформировать балку в обратном направлении при сборке и удержать балку от деформации во время её сварки и остывания.

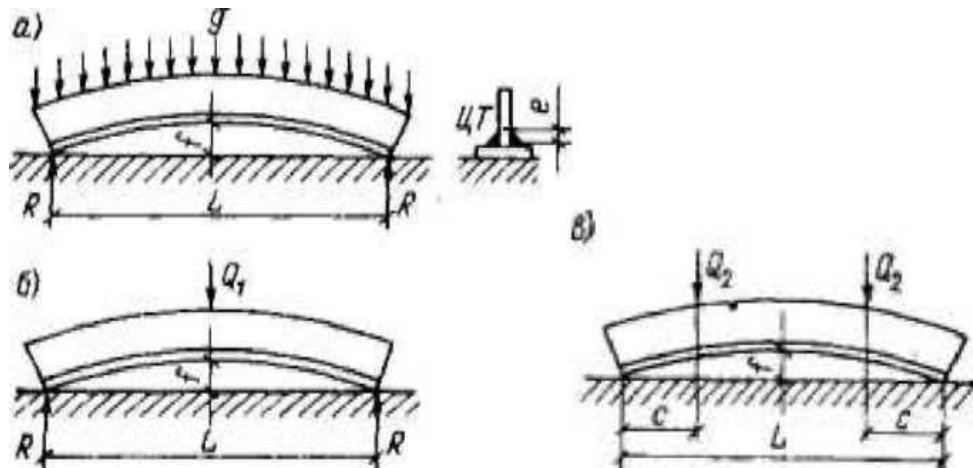


Рис. 9.3. Продольная деформация сварной балки и схемы её нагружения в сборочно-сварочном кондукторе: *a* – равномерно распределённой нагрузкой в виде ряда клавишных прижимов; *б* – сосредоточенной силой посередине длины балки; *в* – двумя силами, симметрично расположенными по длине балки

Равномерно распределенную нагрузку g (рисунок 9.3, *a*) можно определить по формуле:

$$g = 384 \frac{fEI}{5L^4} = 9,7 \frac{P_{yc}e}{L^4}$$

где f, L, e – обозначения на рис. 9.3, *a*;

E, I – характеристики жесткости сечения;

P_{yc} – усадочная сила (при сварке в тавр одним швом $P_{yc} = 1,7Dk^2$; то же, двумя швами – $P_{yc} = 1,15-1,7 Dk^2$;

D – диаметр детали (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. 9.3, б и в).

Для балки по рисунку 9.3, б:

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

Для балки по рис. 9.3, в:

$$Q_2 = \frac{24fEI}{c(3L^2 - 4c^2)} = \frac{3P_{yc}eL^2}{c(3L^2 - 4c^2)}$$

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: $P_{yc} = 1,15-1,7 Dk^2$. Удельная нагрузка: $g = 9,6P_{yc}/L$. Нагрузка на всю балку: $Q = qL$. Опорные реакции по концам: $R = Q/2$.

Определение усилия на прижимах тавровой балки (рис. 9.4). Поперечную деформацию пояса балки в зажимном устройстве можно рассматривать как изгиб двухконсольной пластинки, заделанной посередине и нагруженной по концам силами P .

Для такой балки критическое значение угловой деформации будет:

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

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

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

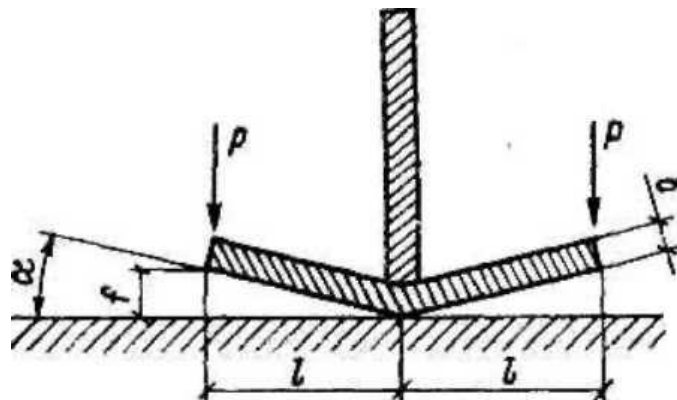


Рис. 9.4. Поперечная (угловая) деформация пояса балки (грибовидность)

Расчет рычажных устройств.

Определим усилия на зажимах и усилие пневмопривода (рис. 9.5), а также размеры цилиндра.

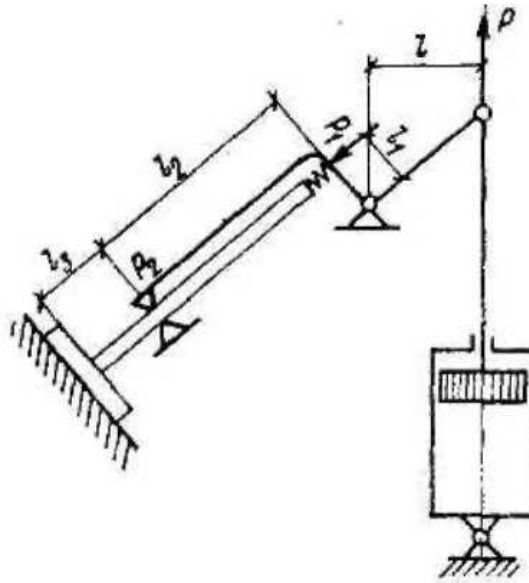


Рис. 9.5. Расчетная схема зажимного устройства для сборки тавровых балок

Усадочные силы, действующие по оси швов: после автоматической сварки первого шва $P_{yc1} = 1,7 DK^2$; после сварки обоих швов $P_{yc2} = 1,15-1,7 DK^2$

Расчётные усилия, возникающие на зажимах кондуктора под действием усадочных сил, будут: после сварки первого шва $g_1 = 9,6 P_{yc}e/L$; после сварки обоих швов $g_2 = 2-9,6 P_{yc}e/L^2$.

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 – расчётная длина шва.

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

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:

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi g_M \eta}}$$

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 уравнивать изгибающее действие продольных усадочных сил в швах, для чего на каждом из захватов нужно создать усилие зажатия:

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

где η – коэффициент сцепления захватов с поясом тавровой балки $\eta = 0,2$.
Усилие на штоке приводного цилиндра:

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

Диаметр пневмоцилиндра привода:

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi g_{возд} \eta}}$$

Определение усилий прижатия узлов к рамам поворотных устройств.

Усилие зажима P узла массой Q , свариваемого в двухстоечном поворотном кантователе (рис. 9.6), 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. 9.6). В этом случае усилие следующее:

$$P = \frac{k\mu Q}{2},$$

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

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

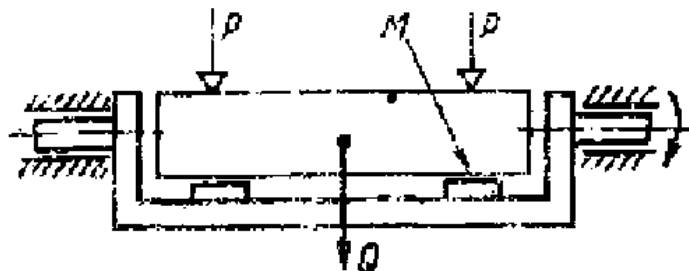


Рис. 9.6. Схема установки изделия в двухстоечном поворотном кантователе

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 расчётными методами, приведёнными выше, весьма трудоёмко, 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).

Расчет механических прижимов.

Клиновые прижимы компактны, просты в изготовлении и обладают сравнительным быстрым действием. 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 c (рис. 9.7), будет $l = c/\operatorname{tg} \varphi$.

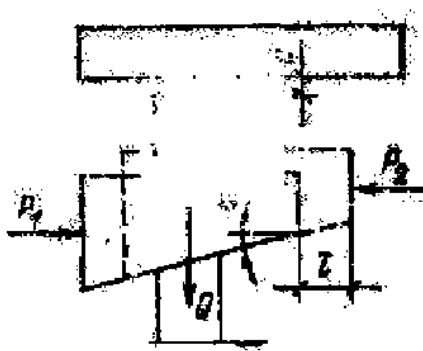


Рис. 9.7. Расчетная схема клинового прижима

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.

9.8), будет $Q = (10-12) P$; где P – усилие, прикладываемое к рукоятке. Если $P = 150$ Н, то $Q = 1500-800$ Н.

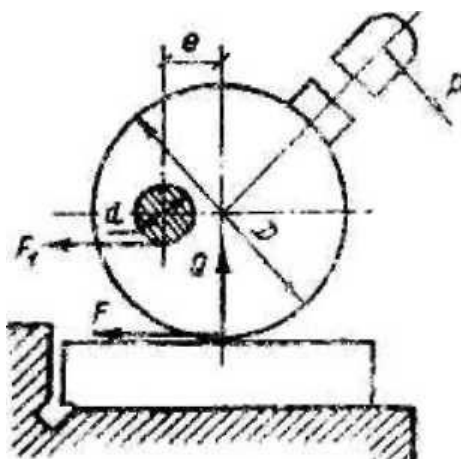


Рис. 9.8. Расчетная схема эксцентрикового прижима

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 $\varphi = 0,15$ для пары сталь – сталь $e < 0,075 D$.

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. 9.9).

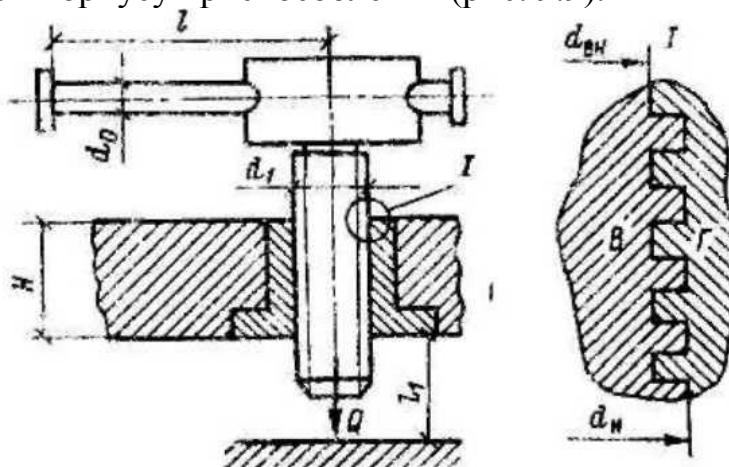


Рис. 9.9. Расчетная схема винтового прижима

Сила на рукоятке W будет (рис. 9.9):

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

где r_{cp} – средний радиус резьбы, мм;
 l – длина рукоятки, мм;
 a – угол подъема резьбы;
 φ_1 – угол трения в резьбовой паре.

Количество витков резьбы в гайке:

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

где d_H и d_{BH} – наружный и внутренний диаметр резьбы, см;
 p_o – удельное давление на поверхности ниток резьбы: для стального винта и чугунной гайки $p_o = 50-60$ МПа, для стальной гайки $p_o = 90-130$ МПа.

Высота гайки:

$$H = nS/m$$

где S – шаг винта, см;
 m – число заходов резьбы.

Наружный диаметр винта:

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

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

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.

Силовой пневматический привод (рис. 9.10) состоит из пневмодвигателя (пневмоцилиндра, пневмокамеры, пневмошланга или сильфона), пневматической аппаратуры и воздухопроводов (рис. 9.11).

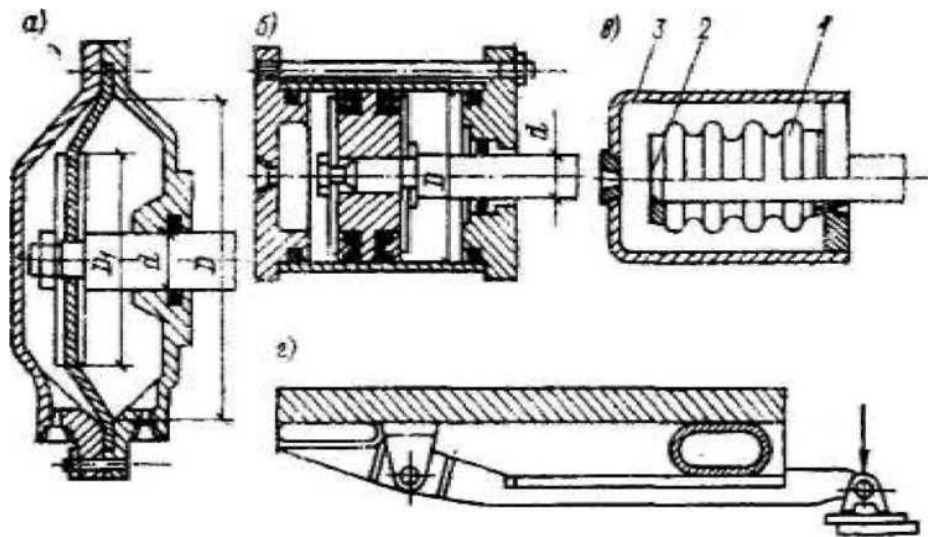


Рис. 9.10. Типы пневмодвигателей: *a* – пневмокамера; *б* – пневмоцилиндр двустороннего действия; *в* – сильфон; *г* – пневмошланг; D – расчётный диаметр пневмопривода;
 D_1 – диаметр тарелки штока; d – диаметр штока; 1 – гофрированная камера; 2 – тарелка штока; 3 – наружная камера

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.

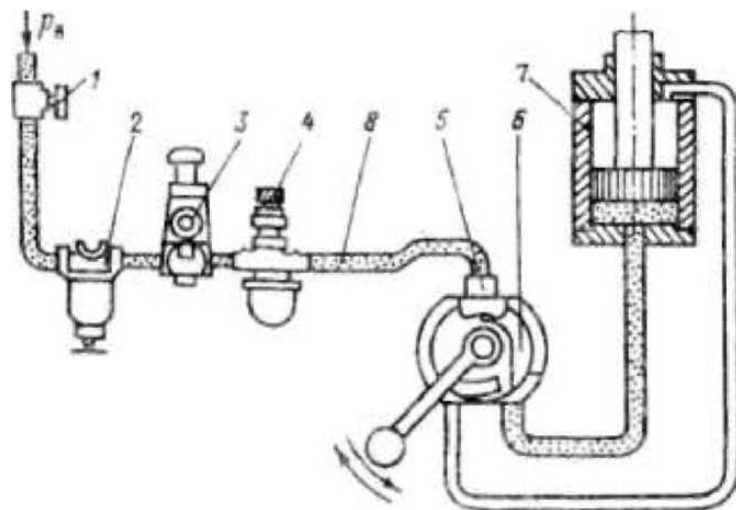


Рис. 9.11. Схема силового пневмопривода: 1 – вентиль воздушный; 2 – водоотделитель; 3 – клапан редукционный; 4 – лубрикатор; 5 – клапан обратный; 6 – кран управления; 7 – пневмоцилиндр; 8 – воздухопровод

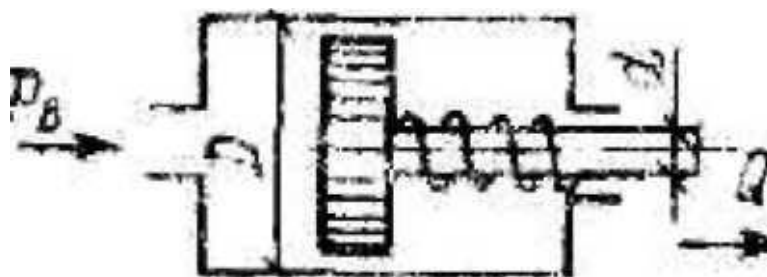


Рис. 9.12. Схема цилиндра одностороннего действия

Осевая сила на штоке пневмоцилиндра одностороннего действия (рис. 9.12):

$$Q = \frac{\pi D^2 p \eta}{4} - Q_1,$$

на штоке пневмоцилиндра двустороннего действия при подаче воздуха со стороны поршня (рис. 9.10, а)

$$Q = \frac{\pi D^2 p \eta}{4},$$

а со стороны штока

$$Q = \frac{\pi(D^2 - d^2)p\eta}{4}$$

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: $\eta = 0,85-0,90$.

Рассчитав диаметр пневмоцилиндра, полученное значение округляют до ближайшего большего значения по ГОСТ 15608-81*Е, ГОСТ 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. Расчёт необходимого диаметра пневмокамеры аналогичен расчёту диаметра пневмоцилиндра, однако КПД камер $\eta = 0,60-0,85$, причём 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. 9.11) – маслораспылителей, фильтров-влажнителей (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, но более опасны в эксплуатации и требуют специальных гидростанций для каждого гидроцилиндра. 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 счёт необходимости иметь дорогую гидростанцию) и усложнение эксплуатации из-за частой утечки масла, что ограничивает их применение.

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 6010 МПа, создаваемом пневмогидравлическим мультипликатором (преобразователем).

В приспособлениях могут применяться пневмогидроприводы с преобразователями давления прямого (рис. 9.13, а) или последовательного (рис. 9.13, б) действия.

Расчет силы Q на штоке рабочего гидроцилиндра (рис. 9.13, а) ведем из условия равновесия привода:

$$\frac{p_M \pi d^2}{4} = \frac{p_B \pi d^2}{4}.$$

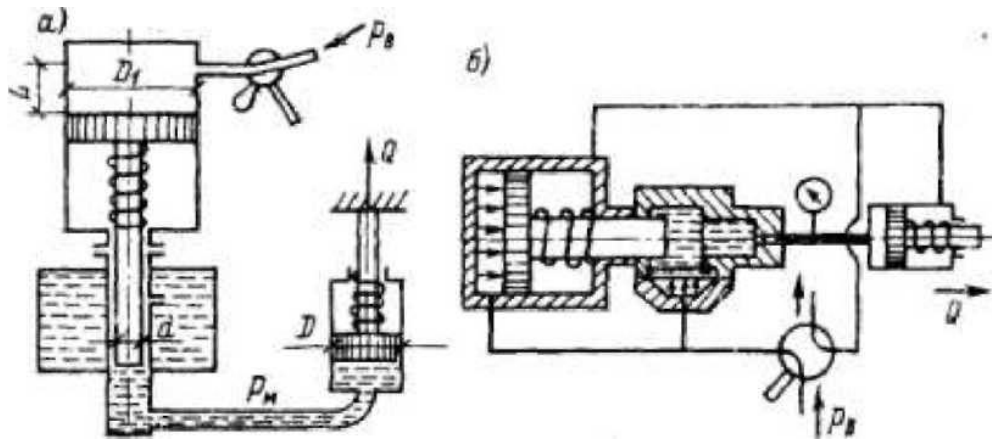


Рис. 9.13. Схемы пневмогидравлических приводов прямого (а) и последовательного (б) действия

Из этого уравнения $p_M = p_B \left(\frac{D_1^2}{d^2} \right)$.

Тогда

$$Q = \frac{\pi D^2 p_M \eta_0}{4} = \frac{p_B \left(\frac{D_1^2}{d^2} \right) \pi D^2 \eta_0 \eta_B}{4}$$

где η_0 – КПД гидроцилиндра: $\eta_0 = 0,80-0,85$;

η_B – КПД пневмоцилиндра: $\eta_B = 0,85-0,95$.

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:

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

Диаметр штока пневмоцилиндра: $d = D (1,75-2,5)$.

Диаметр пневмоцилиндра:

$$D_1 = d \sqrt{\frac{p_M}{p_B \eta_B}}$$

Объем сжатого воздуха, расходуемого на одно зажатие детали: $V = (\pi/4)D_1^2 L$.

В *вакуумных прижимах* закрепление тонкостенных деталей производится под избыточным атмосферным давлением, возникающим за счёт разряжения в вакуумной полости (рис. 9.14). Это разряжение может создаваться вакуумным цилиндром 3 (рис. 9.14, 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.

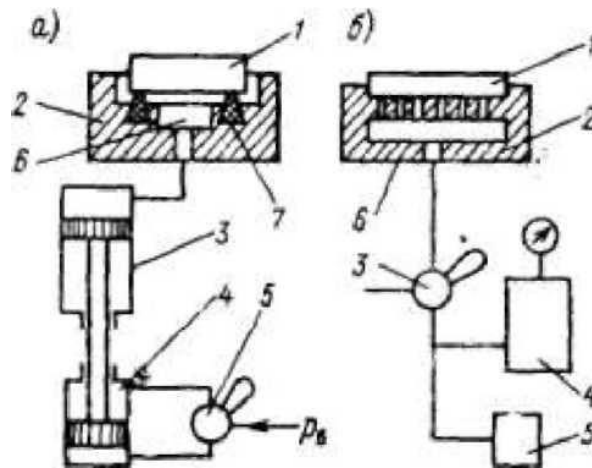


Рис. 9.14. Схемы вакуумных прижимов с приводом от пневмоцилиндра (а) и от вакуумного насоса (б)

Сила зажима W детали 1 будет:

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

где p_a – атмосферное давление, МПа;

p_o – остаточное давление в камере после разрежения: $p_o = 0,01-0,015$ МПа;

F – площадь, ограниченная внутренним контуром резиновой прокладки;

p_y – упругая сила сжатой резиновой прокладки, Н.

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

В прижимах, имеющих вакуумный насос и работающих по схеме рис. 9.14, б, прижатие детали 1 к корпусу 2 осуществляется при создании разрежения в полости б. Распределительный кран 3 при включении прижима соединяет вакуумную камеру б с вакуумным насосом 5 и ресивером 4. Для разжима детали распределительный кран соединяет вакуумную полость приспособления с атмосферой.

Электромеханические, электромагнитные и магнитные прижимы.

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

Электромеханический прижим (рис. 9.15) состоит из электродвигателя 1, редуктора 2 и винтовой пары 5 и 6. От электродвигателя 1 вращение передаётся через предохранительную муфту 3. Винт 5 при вращении перемещает гайку 6 вправо или влево, а с ней – 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:

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

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 подъёма резьбы винта, град;

φ – угол трения в резьбовом соединении, град.

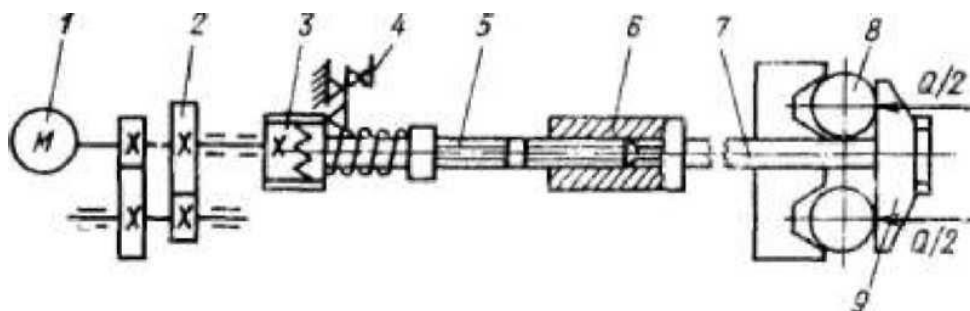


Рис. 9.15. Схема электромеханического привода

Электромагнитные и магнитные прижимы

Электромагнитные и магнитные прижимы широко используются в приспособлениях для сборки и сварки тонколистовые полотнищ. 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

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 В 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 токосъёмников, см².

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.

Вспомогательные детали, устройства и механизмы приспособлений.

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

На многие вспомогательные детали, как правило, есть стандарты или нормы, 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.

Механизация операций.

Для механизации основных и вспомогательных операций применяют манипуляторы, позиционеры, кантователи, роликовые стенды, транспортные рольганги, конвейеры, специальные тележки, подъёмно-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 учётом максимального применения типовых механизмов, серийно выпускаемых специализированными предприятиями.

В сварочном производстве для поворота изделий широко используются две группы механического оборудования:

1. кантователи, имеющие сварочную и маршевую скорости;
2. кантователи только с маршевой скоростью.

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

Одноосные одностоечные кантователи–вращатели обеспечивают поворот изделия только вокруг одной оси – вертикальной, наклонной или горизонтальной (рис. 9.16, *а–в*). Двухосные одностоечные кантователи–манипуляторы (рис. 9.16, *г*) и позиционеры (рис. 9.16, *д*) имеют две взаимно перпендикулярные оси вращения: для полного вращения на 360° и для наклона изделия на $90-135^\circ$.

Типовые кантователи выпускаются серийно. Их конструирование заключается в выборе нужной модели кантователя из «Типажа» и проектировании (в некоторых случаях) специальных крепёжных захватов. Специальные одностоечные кантователи разрабатываются в исключительных случаях, если нельзя применить типовые.

Для поворота и вращения длинных изделий используются двухстоечные кантователи с горизонтальной осью вращения (рис. 9.16, *е – з*), цепные кантователи (рис. 33, *и*), роликовые стенды (рис. 9.16, *к*) и роликовые кантователи с жёсткой кинематической связью (рис. 9.16, *л*). Для поворота листовых конструкций на 180° применяются рычажно-книжечные кантователи (рис. 9.16, *м*).

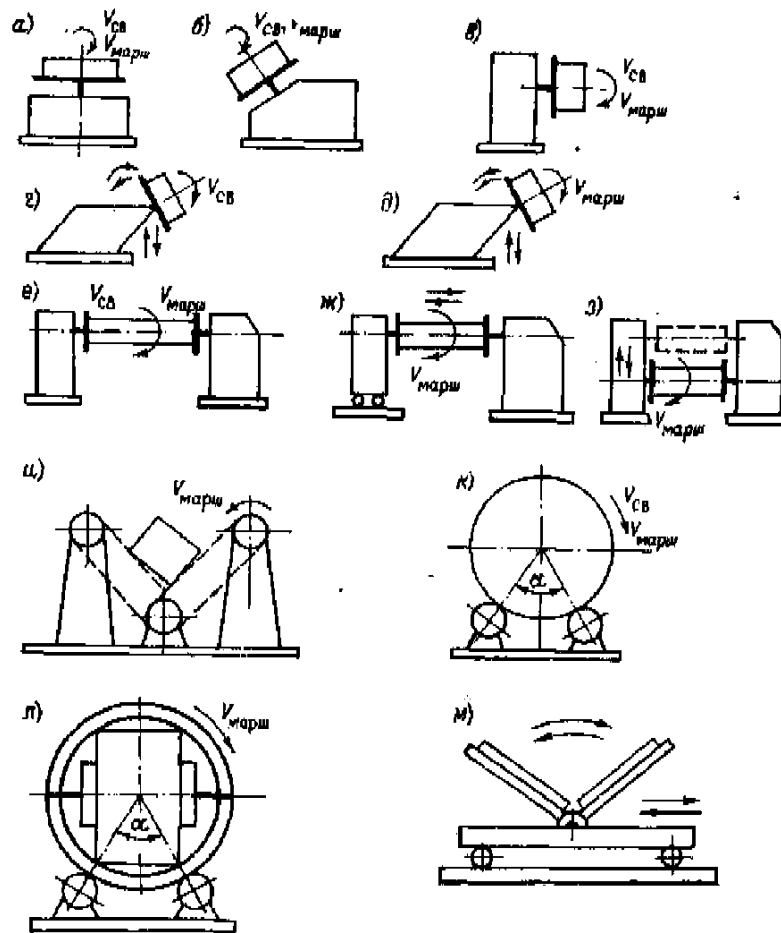


Рис. 9.16. Схемы кантователей для сварки изделий: *a* – вращатель с вертикальной осью; *б* – то же, с наклонной осью; *в* – то же, с горизонтальной осью; *г* – манипулятор; *д* – позиционер; *е* – двухстоечный кантователь с горизонтальной осью; *ж* – то же, с подвижной стойкой; *з* – то же, с подъёмными центрами; *и* – цепной кантователь; *к* – роликовый стенд; *л* – то же, с жёсткой кинематической связью; *м* – рычажно-книжечный кантователь

Манипулятор подбирают по трём параметрам свариваемых изделий: по массе, расстоянию от центра тяжести до опорной плоскости планшайбы H (рис. 9.17) и расстоянию от центра тяжести до оси вращения l .

Момент относительно оси вращения Q_1 : $M_1 = Gt$.

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

Момент относительно опорной плоскости планшайбы:

$$M_2 = GH,$$

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

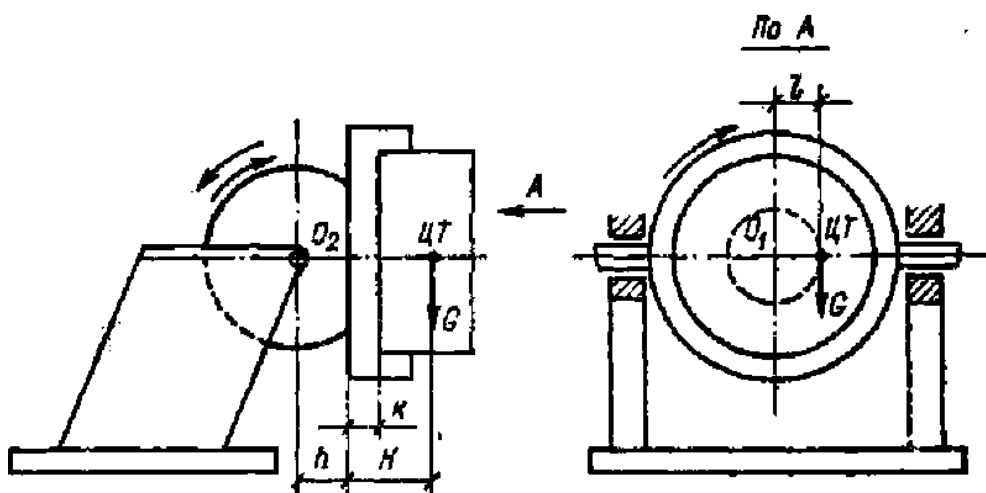


Рис. 9.17. Расчетная схема манипулятора

При расположении изделия непосредственно на планшайбе, значение H равно 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., указывался момент относительно оси наклона Q_2 : $M'_2 = G(H + h) = GH + Gh = M_2 + Gh$.

Необходимо, чтобы $M_{2дон} \geq (H + h)$.

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

$$V_{св.} = 60\pi Dn / 100,$$

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 крепёжных планок, или самоцентрирующими кулачковыми патронами, устанавливаемыми на планшайбе. В некоторых случаях возникает необходимость в проектировании промежуточного крепёжного приспособления (рис. 9.18), которое крепится к шпинделю манипулятора.

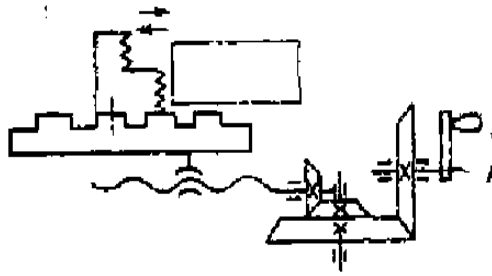


Рис. 9.18. Схема крепёжного приспособления манипулятора

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

Находят широкое применение двухстоечные кантователи, на их стойках закрепляют крепёжные (сборочные) приспособления (рис. 9.19). Изделие крепится прижимами 5 на сборочных приспособлениях 3, установленных на планшайбах передней приводной 1 и задней неприводной 2 стоек. Стойка 2 стопорится захватом 6.

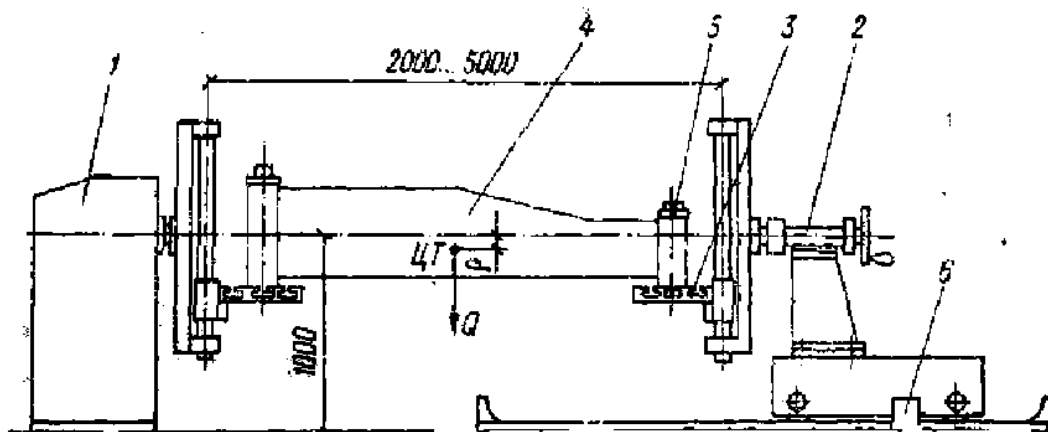


Рис. 9.19. Кантователь двухстоечный: 1 – стойка приводная; 2 – стойка неприводная

подвижная; 3 – приспособление крепёжное; 4 – изделие; 5 – зажим; 6 – рельсовый захват; $ЦТ$ – центр тяжести вращающихся масс Q ; ρ – эксцентриситет

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

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

Конструирование опорной рамы, крепёжного 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:

$$N_{\text{дв.}} = \frac{M_{\text{нр.}} \cdot n}{\eta}$$

где n – частота вращения изделия;

η – КПД всех передаточных звеньев от электродвигателя к изделию;

$M_{\text{нр}}$ – наибольший крутящий момент: $M_{\text{нр}} = M_1 + M_2$, где 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: $M_2 = Q\rho$;

ρ – эксцентриситет (см. рис. 9.19).

Цепной кантователь (рис. 9.20) 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.

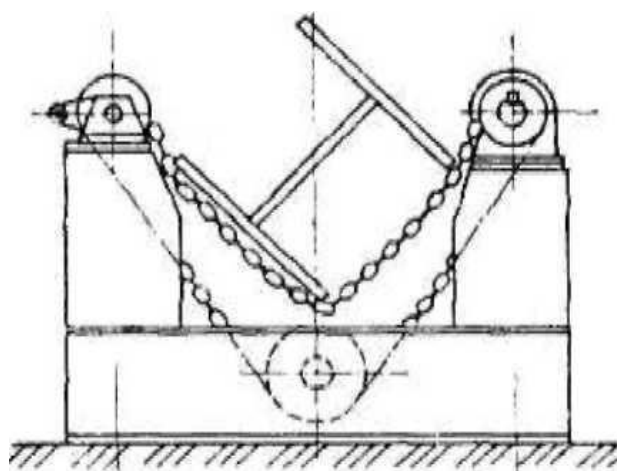


Рис. 9.20. Цепной кантователь

Роликовые стелы предназначены для вращения цилиндрических и сферических изделий со сварочной и маршевой скоростью. Они находят применение

ние для сборки под сварку, сварки, отделки, контроля качества и испытания сварных изделий. На роликовом стенде можно производить сварку (различными способами) кольцевых и продольных швов обечаек, приварку деталей насыщения, а также другие работы, требующие поворота изделий.

Типовой роликовый стенд (рис. 9.21) состоит из рамы, комплекта приводных и холостых роликоопор, привода, приводных валов с соединительными муфтами и шкафа управления. Стенд обеспечивает маршевую и сварочную скорости, переключение которых производится электромагнитной муфтой с дистанционным кнопочным управлением.

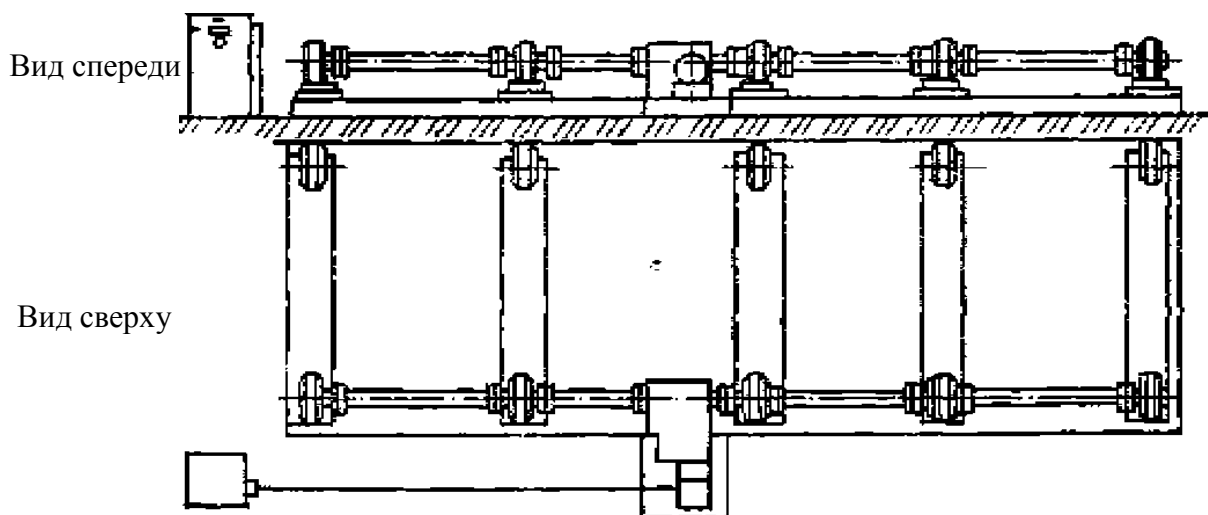


Рис. 9.21. Роликовый стенд

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

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

Действительная радиальная нагрузка на одну опору Q (рис. 9.22) рассчитывается по формуле:

$$Q = G / (n \cos a / r).$$

Мощность электродвигателя привода определяется по приведенному моменту:

$$Mnp = (G / \cos a) f_1 (R / r + 1)$$

где G – масса изделия;

f_1 – коэффициент трения качения;

R, r и α – см. рис. 9.22.

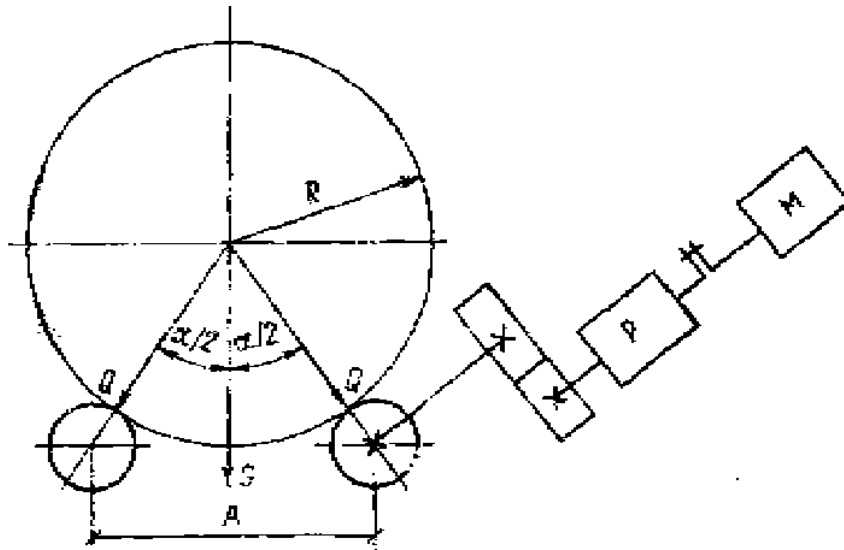


Рис. 9.22. Расчетная схема опор роликового стенда: M – электродвигатель; P – редуктор; A – расстояние между роликоопорами

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

Роликовый 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. 9.23), устанавливаемыми на роликоопоры стенда. Крутящий момент от привода через редуктор передается на приводные ролики роликоопор и на бандажи, внутри которых закрепляют изделие. Центр тяжести вращающихся масс (ЦТ) смещен от оси вращения на величину ρ .

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

$$M_{\text{пр}} = k (M_3 + M_4) + M_2$$

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.

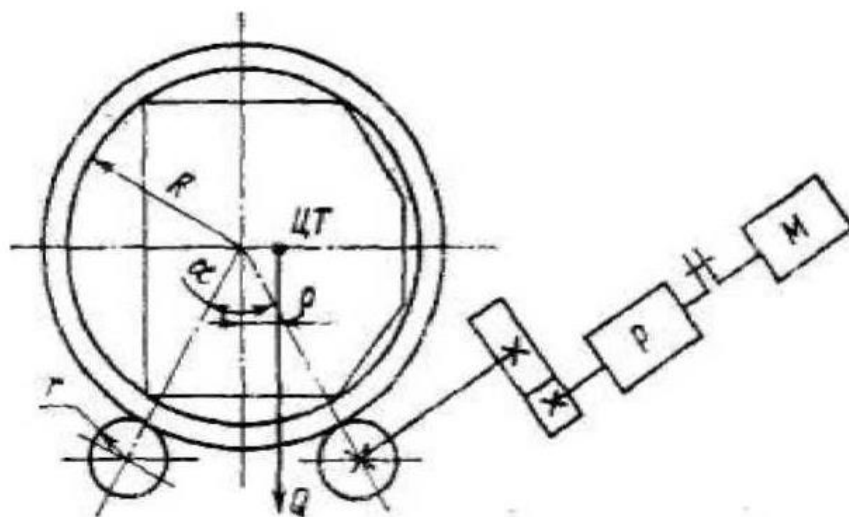


Рис. 9.23. Расчётная схема роликового стенда с жёсткой кинематической связью:

M – электродвигатель; P – редуктор; $ЦТ$ – центр тяжести

Рычажный челночный кантователь (рис. 9.24) применяется для поворота длинномерных балочных и листовых конструкций. В нём гидравлические или пневматические домкраты 2 поднимают платформы 1 вместе с изделием 3 на угол 90° относительно оси 5 и 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.

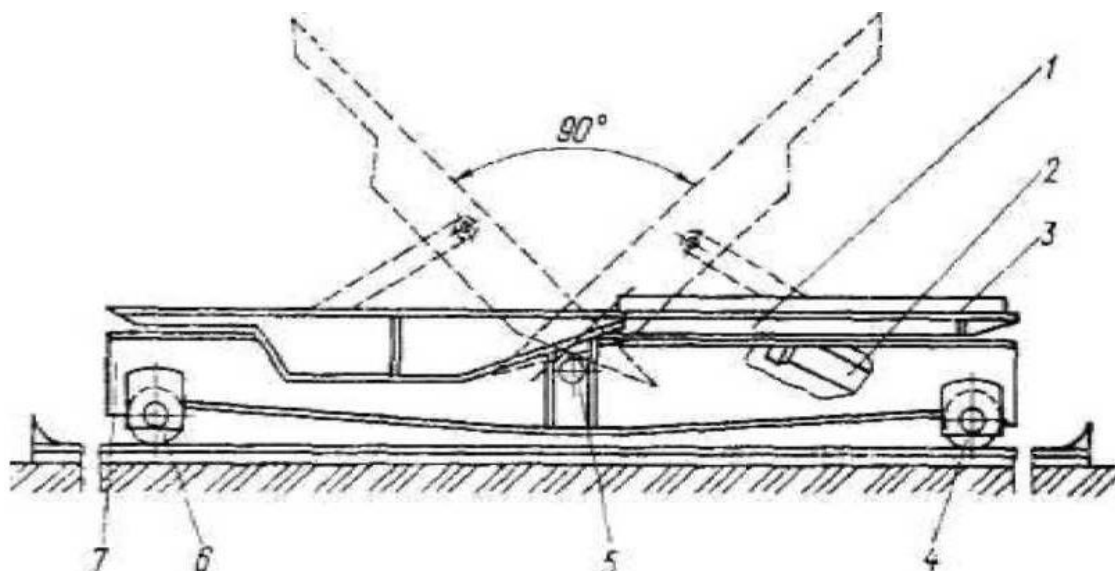


Рис. 9.24. Схема рычажного челночного кантователя

Рычажно-книжечный кантователь (рис. 9.25) 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).

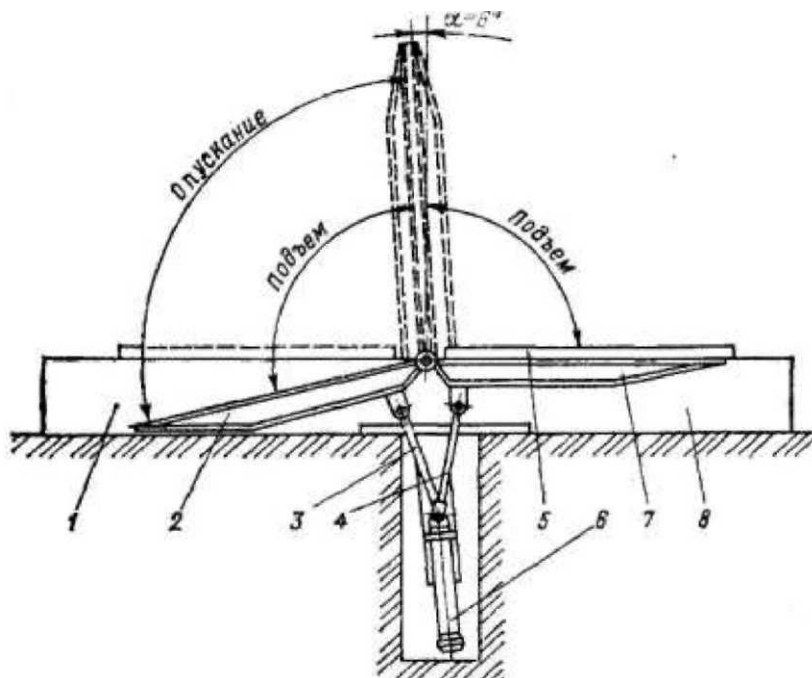


Рис. 9.25. Схема рычажного книжного кантователя

Двухстоечный кантователь с торцевыми планшайбами (рис. 9.26) 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.

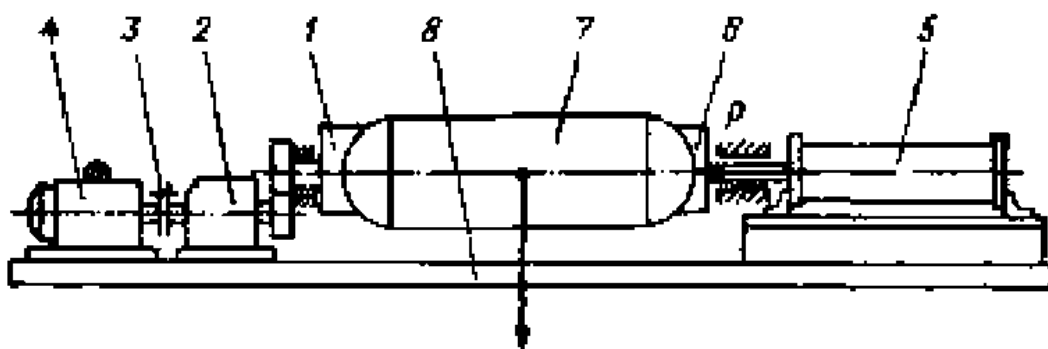


Рис. 9.26. Двухстоечный кантователь с торцевыми планшайбами

Приводной момент кантователя, цапфы которого установлены на шарикоподшипниках:

$$M_{np.} = \left(2,6 \left(1 + \frac{D_0}{\delta} \right) f_1 d \right) r Q + D P_{заж.} \frac{f_1}{\delta},$$

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;

$P_{заж.}$ – осевая сила зажатия изделия в планшайбах, Н: $P_{заж.} = pld / 1,27$ (p – допустимое давление; для стали по стали – $p = 13-20$ Па, стали по бронзе – $6-9$ Па, стали по грунту $p = 15-25$ 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.

На рис. 9.27 представлен многопозиционный поворотный стол, позволяющий регулировать в широких пределах угол поворота за счёт изменения числа и положения упоров 5 и регулировочных винтов 4, закреплённых на планшайбе 6. Электродвигатель 2, смонтированный на корпусе 1, постоянно вращается, однако планшайба 6 остаётся неподвижной, так как упирается через упор 5 и винт 4 в шток 7 электромагнита 8, причём 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. 9.28).

В делительных клиновых устройствах (рис. 9.28, *a* и *б*) выбирают угол равным 15° .

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. 9.29).

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, эксцентрикковые, рычажные и другие устройства.

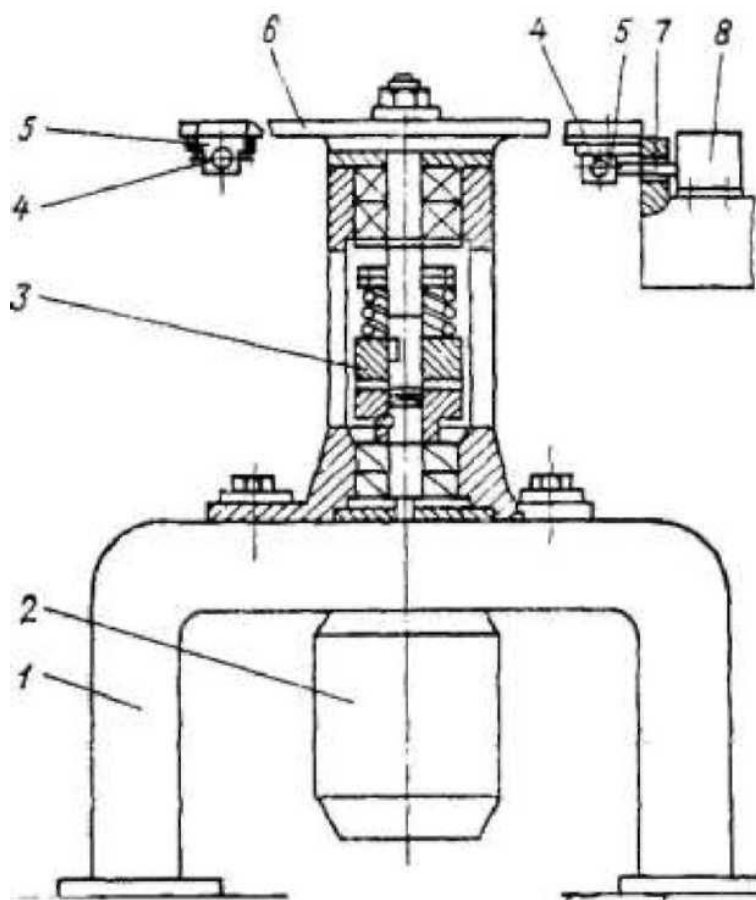


Рис. 9.27. Многопозиционный поворотный стол пульсирующего действия

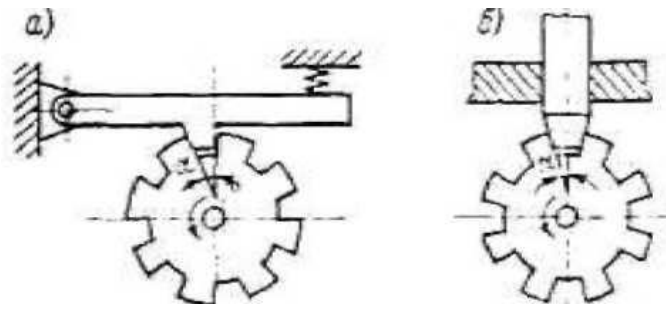


Рис. 9.28. Схема делительных механизмов с фиксацией по одностороннему (а) и двустороннему (б) скосу

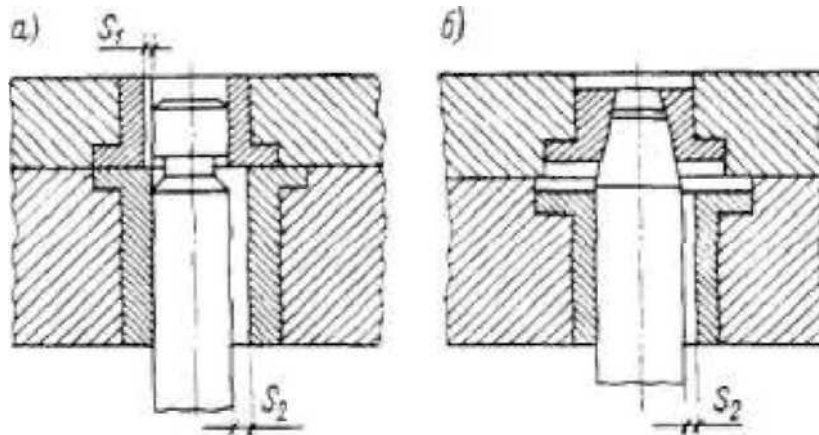


Рис. 9.29. Схемы цилиндрического (а) и конического (б) фиксаторов (S_1 и S_2 – зазоры)

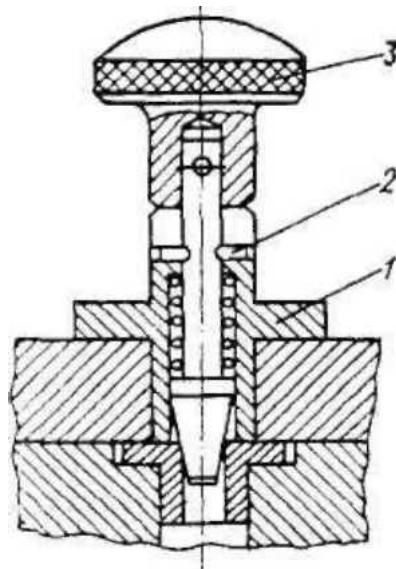


Рис. 9.30. Фиксатор кнопочный конический вытяжной

Вытяжной фиксатор кнопочного типа (рис. 9.30) имеет головку 3, поворот которой на 90^0 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.

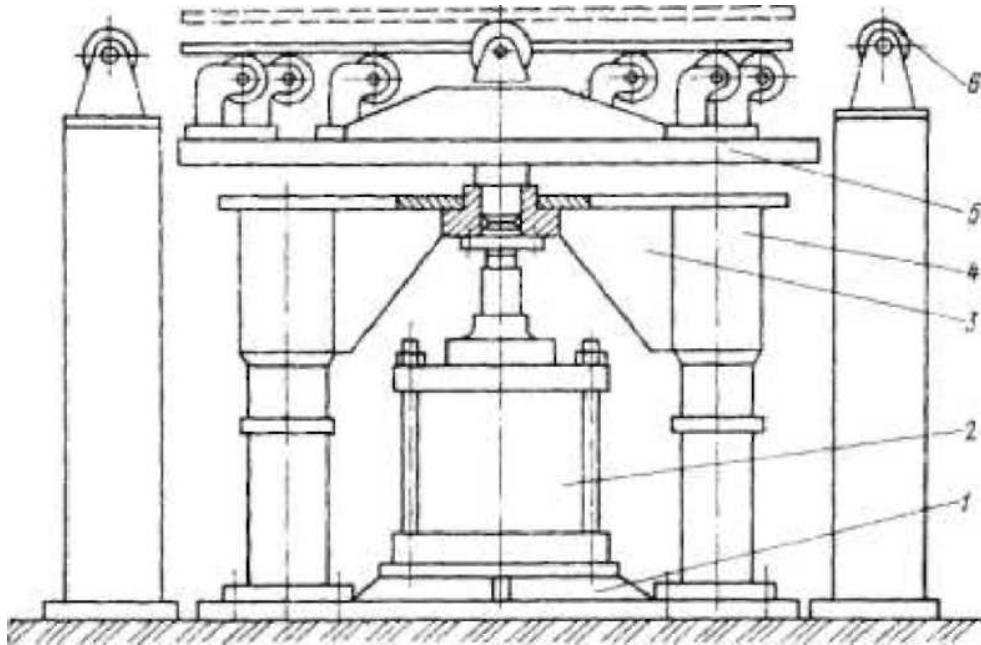


Рис. 9.31. Подъёмно-поворотный стол: 1 – основание; 2 – пневматический подъёмник; 3 – основание стола; 4 – колонна направляющая; 5 – стол поворотный; 6 – ролик

Подъёмно-поворотный стол для листовых изделий (рис. 9.31) позволяет разворачивать их, а при использовании встроенного ролика и перемещать относительно неподвижного оборудования. Для разворота стола 5 с изделием служит пневматический подъёмник 2, который поднимает стол над роликом 6. Строго горизонтальное положение стола обеспечивают направляющие колонны 4. Лёгкий разворот стола с изделием вручную обеспечивается установкой стола на подшипники качения.

Поворотные столы можно использовать в комплекте со сварочным оборудованием (рис. 9.32) в качестве средства комплексной механизации и автоматизации.

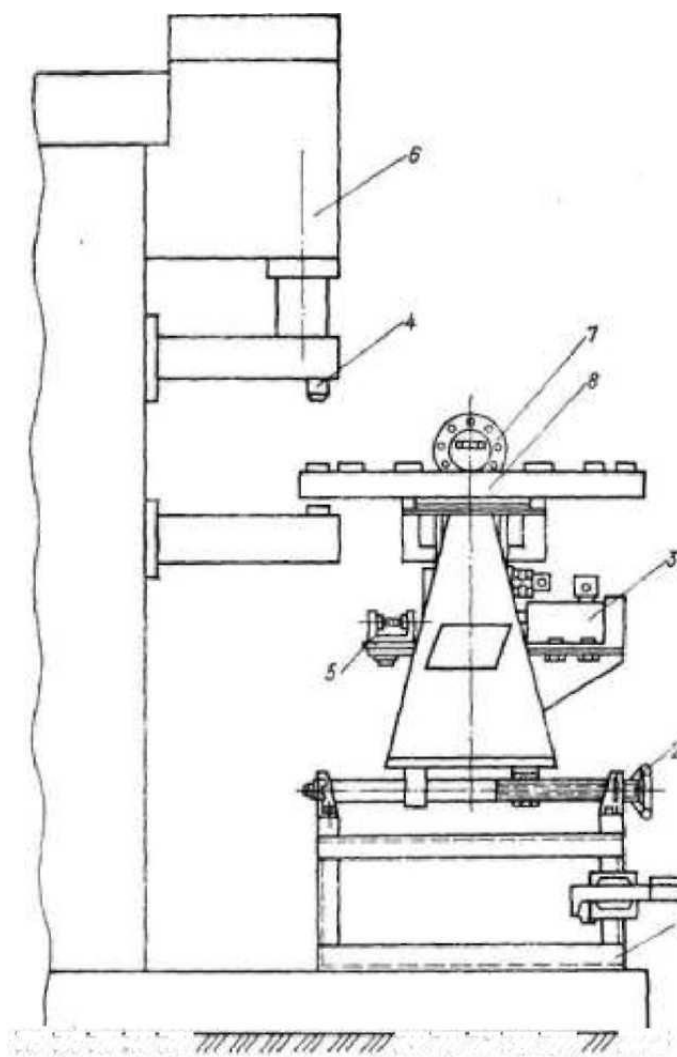


Рис 9.32. Установка для контактной сварки с многопозиционным поворотным столом

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 счёт 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 путём перемещения упорного винта 5. Рама стола 1 жёстко 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.

Для кантовки на 180° таких полотнищ используют приспособление в виде поворотного кружала (рис. 9.33). В нём электролебёдки *1* тянут полотнище *3*, которое обкатывается вокруг катушки *2*, вращающейся в стойках *4*.

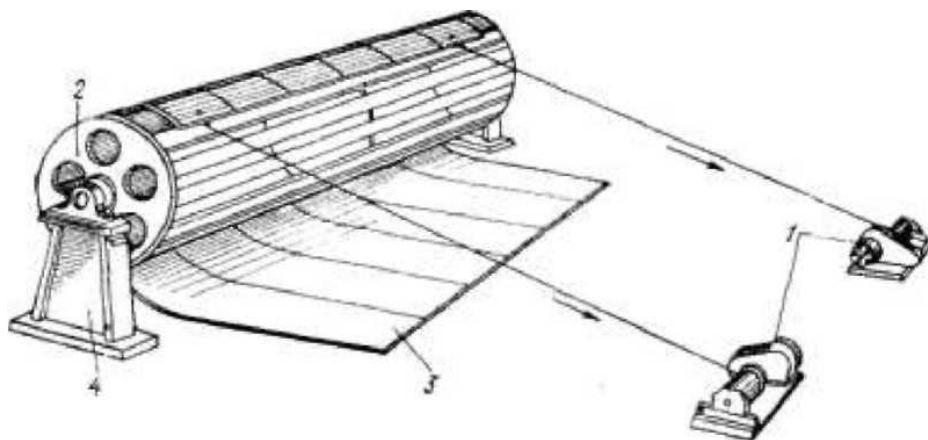


Рис. 9.33. Поворотное приспособление для кантовки полотнищ на 180°

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. 9.34 показана схема установки шарового резервуара на манипуляторе конструкции Г.С.Сабирова.

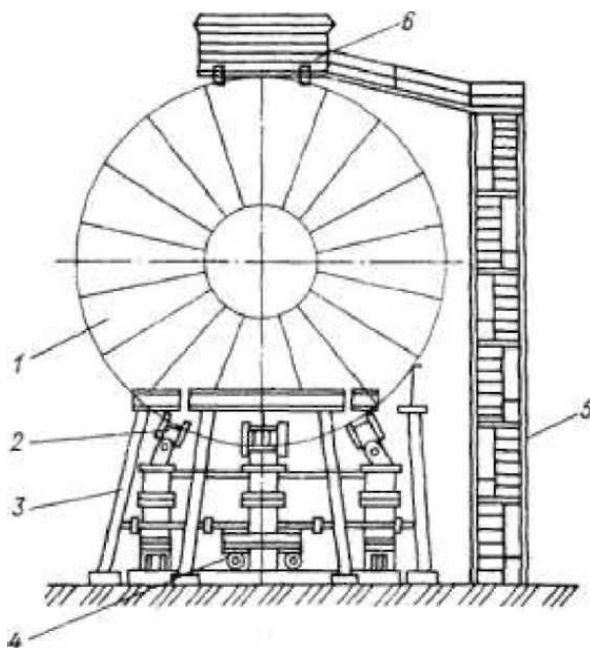


Рис. 9.34. Схема установки шарового резервуара при сварке на манипуляторе Г.С. Сабирова

Собранная из лепестков и полудниц сфера *1* устанавливается на четыре роликовые опоры *2* или временную опору *3*. Домкраты роликоопор *2*, установ-

ленные 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 б, подъем на которую производится по лестнице 5.

Сварку на монтажной площадке укрупнённых блоков кожуха доменной печи производят с использованием вращателя (рис.. 9.35).

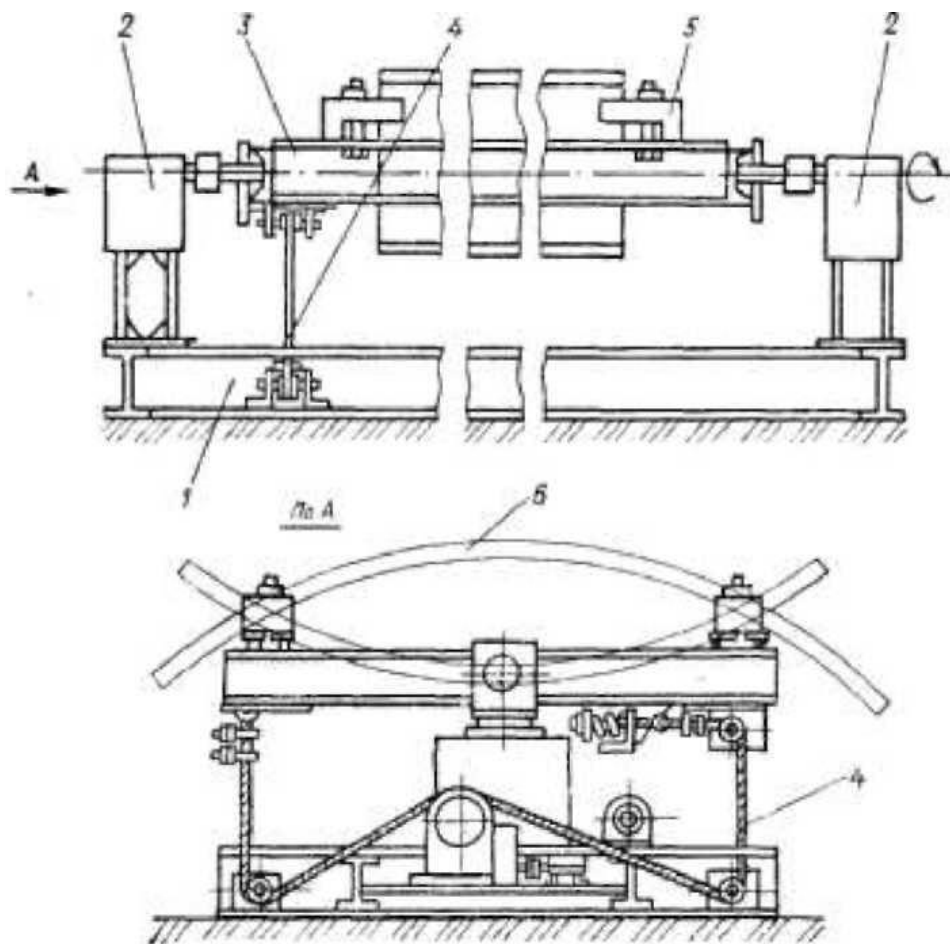


Рис. 9.35. Вращатель для сварки на монтажной площадке укрупнённых блоков кожуха доменной печи

Он имеет жёсткую раму 1, две стойки 2, в которых может вращаться подвижная рама 3. Вращение осуществляется с помощью электролебёдки и системы тросов 4. Собранный под сварку блок б укладывается на раму 3 и закрепляется винтовыми зажимами 5.

При сварке трактор, установленный на изделии б, катится по свариваемому блоку, который поворачивается, обеспечивая сварку в положении, близком нижнему, или с небольшим подъёмом.

Вспомогательными устройствами сварочных приспособлений являются:

- токоотводы и воздухоподводы;
- стопорные, подъёмные 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. 9.36, *а*), винтовой зажим (рис. 9.36, *б*) или винтовую струбцину (рис. 9.36, *в*).

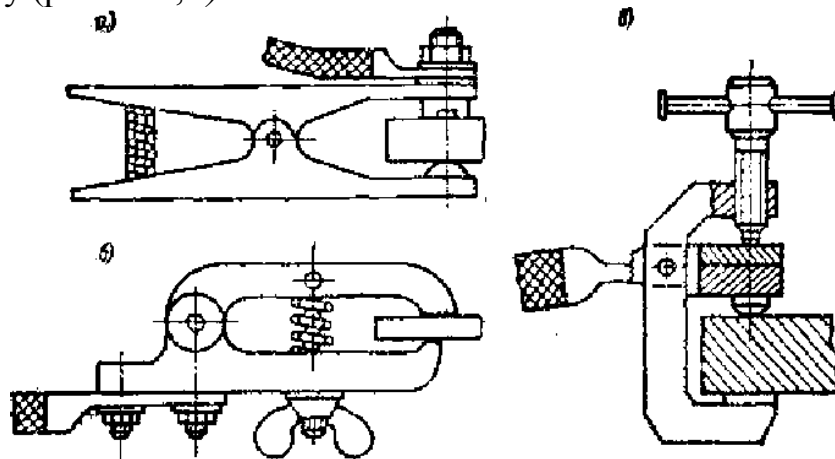


Рис 9.36. Неподвижные зажимы обратного провода:
а – пружинный; *б* – винтовой; *в* – винтовая струбцина

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. 9.37).

Токоъемник в виде углового кронштейна *1* с шарниром (рис. 9.37, *а*) имеет на конце кронштейна *6* щётки *5* и токоотводящий наконечник *4* с кабелем. Щётки *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. 9.37, *б*) имеет цапфу *1* и с помощью болта крепится на обечайке *5*. Второй конец цапфы закреплён в шарикоподшипниках, установленных в корпусе *3*. В корпусе закреплены также четыре подпружиненные щётки *2*, которые скользят по цапфе.

К корпусу 3 и щёткам присоединяется обратный кабель 4.

На рис. 9.37, в представлен токосъёмник 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 токосъёмники 2 к поверхности изделия. К токосъёмникам присоединяется токоотводящий кабель 7. Величину хода рычага 3 ограничивает регулируемый упор 5.

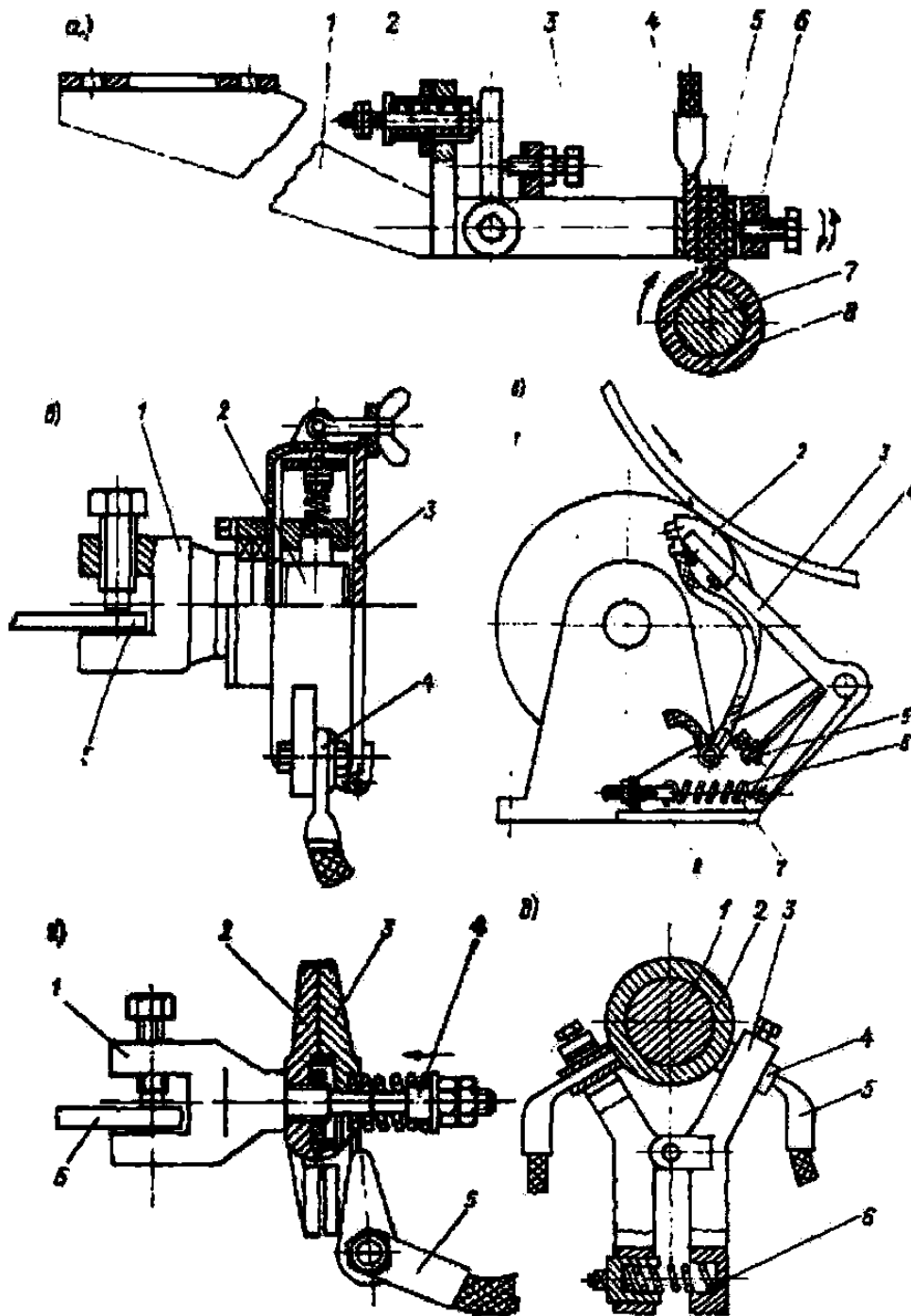


Рис. 9.37. Схема скользящих токоотводов

Токосъемник в виде струбины 1 (рис. 9.37, *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 щётки-сухари с токоотводящим кабелем 5. В токосъёмнике (рис. 9.37, *д*) на цапфу 1 вала вращателя напрессовывается медное кольцо 2, к которому поджимаются щётки 4, закреплённые в щёткодержателях 3. К щёткам подсоединяются кабельные наконечники 5, а щёткодержатели распираются пружинным устройством 6.

Для подвода сжатого воздуха к пневмоприводам приспособления, установленного на вращателе (кантователе), применяются вращающиеся воздухоподводящие муфты. Муфты ВКИИ-стройдормаша на одно (рис. 9.38, *а*) и два (рис. 9.38, *б*) направления воздуха устанавливаются на конце оси 1 неприводной 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.

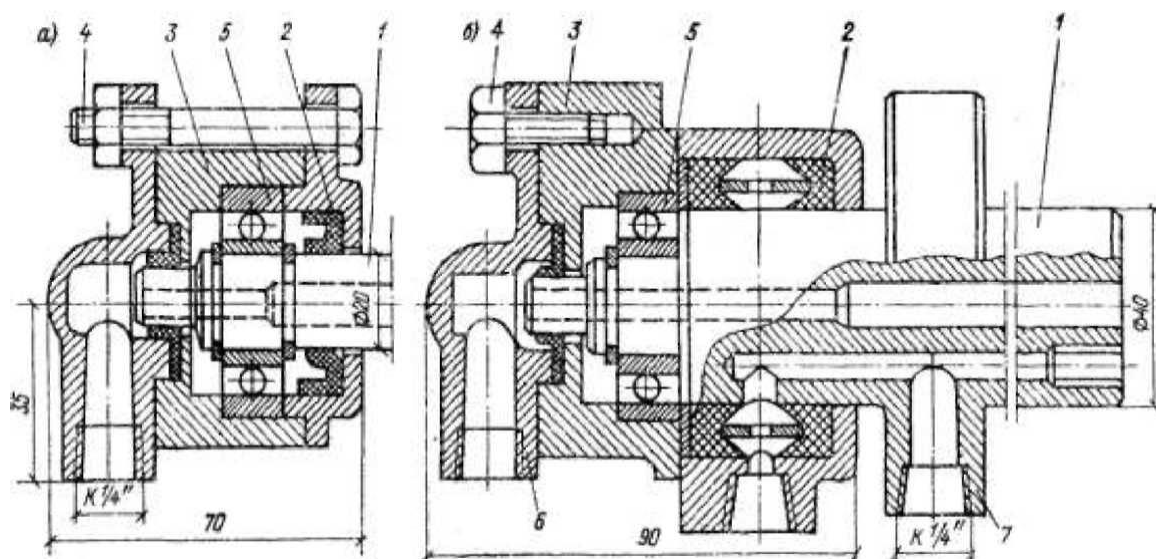


Рис. 9.38. Вращающиеся воздухоподводящие муфты на одно (*а*) и два (*б*) направления

Вопросы для самоконтроля:

1. Назначение зажимных механизмов?
2. Стенды для листовых конструкций.
3. Стенды и кондукторы для балочных конструкций.
4. Перечислите все конструкции зажимов и особенности их устройства?
5. Принципы и содержание расчётов зажимов?
6. Перечислите конструкции кантователей и особенности их конструкций?
7. Расчёты кантователей различных конструкций?
8. Устройство и принцип работы многопозиционных поворотных столов пульсирующего действия с вертикальной осью вращения.

9. Устройство и принцип работы подъёмно-поворотного стола для листовых изделий и для кантовки полотнищ.

10. Устройство и принцип работы приспособления для сварки сферических резервуаров различной величины.

11. Перечислите вспомогательные устройства сварочных приспособлений?

12. Приспособления для складирования деталей?

13. Назначение скользящих токоотводов сварочных кантователей и манипуляторов?

10. КОНСТРУКЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ, УСТАНОВОК И СТАНКОВ. УНИВЕРСАЛЬНО-СБОРНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

10.1. 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 счёт 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:

1. базовых (плит, угольников, планшайб и др.);
2. корпусных и опорных (призм, угольников, подкладок и др.);
3. установочных (шпонок, пальцев, валиков, втулок, центров и др.);
4. направляющих (втулок, планок, колонок и др.);
5. прижимных (прихватов и прижимов различных типов);
6. крепежных (винтов, болтов, гаек);
7. узлов (самоустанавливающихся опор, пневмоцилиндров, поворотных головок и др.);
8. 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 10.1). Благодаря универсальности и взаимозаменяемости элементов УСПС продолжительность сборки и разборки приспособления не превышает 1-8 ч в зависимости от его сложности.

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.

Таблица 10.1

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	8	4-8	4-8	4-8	2-4	2-4	2-4	2-4

На рис. 10.1, *а* показана принципиальная схема приспособления для сборки и сварки кронштейна, а на рис. 10.1, *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-дублёров при ремонте основной оснастки. В отраслях промышленности организованы прокатные базы УСПС для обслуживания заводов, нуждающихся в приспособлениях.

10.2. 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. 10.2) могут использоваться для сборки различных конструкций, а *специализированные* (рис. 10.3) – для сборки определённых конструкций.

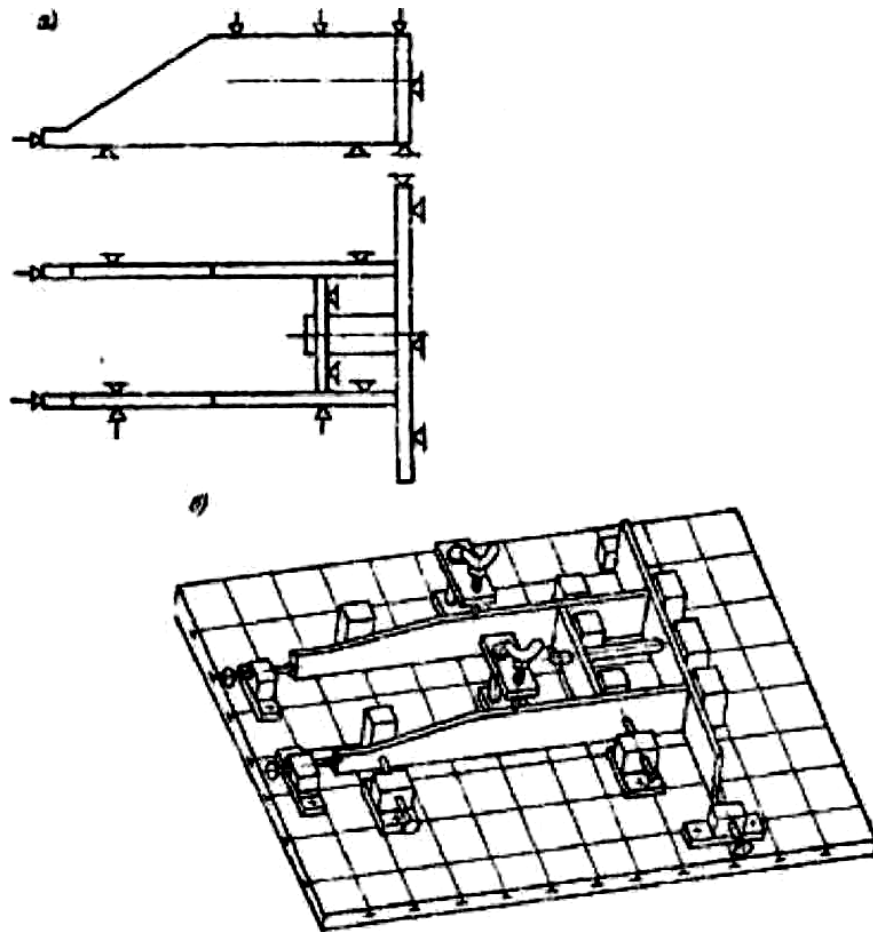


Рис. 10.1. Принципиальная схема приспособления для сборки и сварки кронштейна (а) и общий вид УСПС (б)

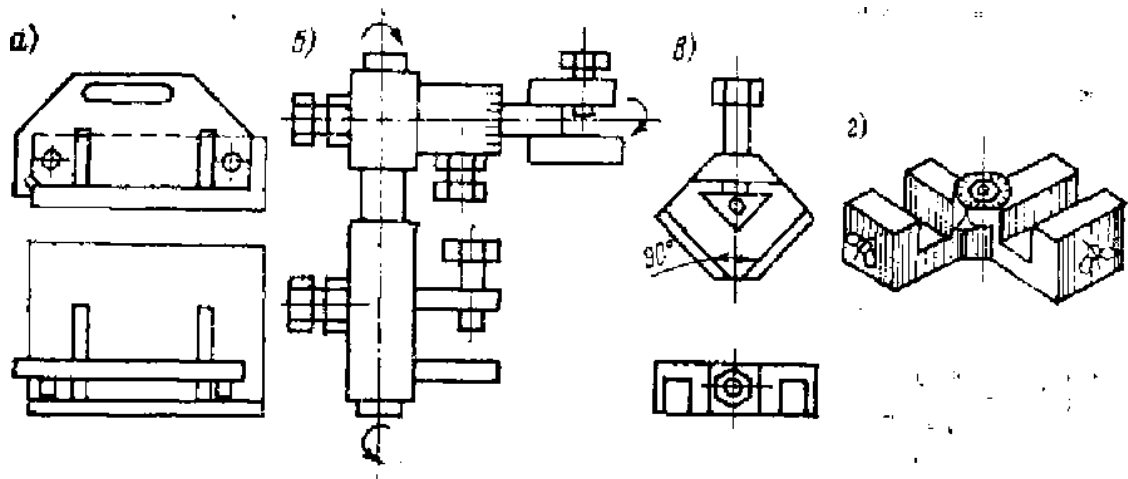


Рис. 10.3. Специализированные сборочные приспособления а – шаблоны; б – переносное поворотное приспособление; в – для сборки деталей под углом 90° ; з – для сборки деталей под различными углами

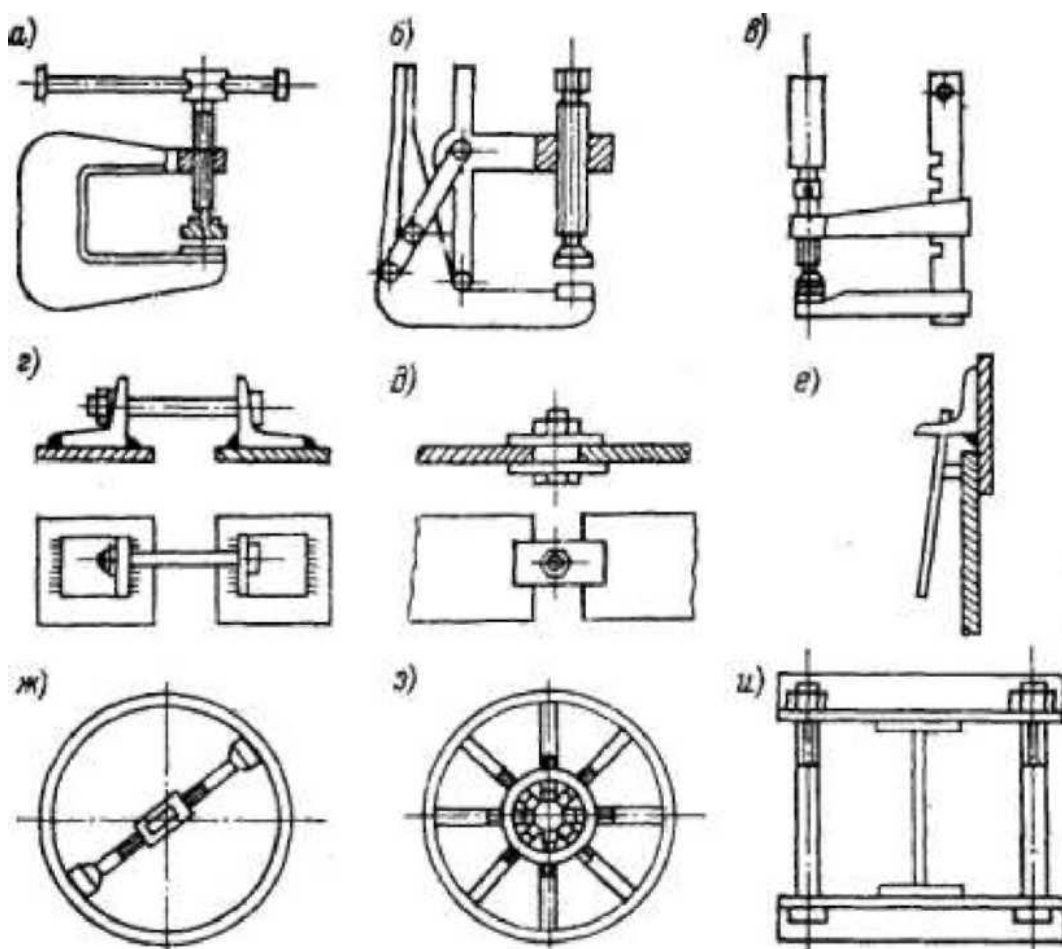


Рис. 10.2. Универсальные приспособления для сборки: *а, б, в* – струбцины; *г, д* – стяжные устройства; *е* – прижим рычажный; *ж, з* – распорки (стяжки) винтовые; *и* – стяжное приспособление (хомут)

Трубы диаметром до 42 мм в монтажных условиях часто центруются по наружным поверхностям трубы с помощью клещей (рис. 10.4).

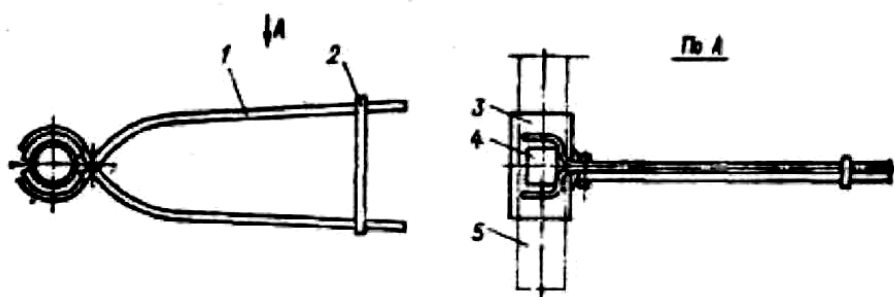


Рис. 10.4. Клещи для центровки труб: *1* – рукоятка; *2* – хомут стопорный; *3* – накладка; *4* – окно для прихватки; *5* – стыкуемые трубы

Для центровки труб диаметром более 100 мм в монтажных условиях применяют приспособления в виде винтовых хомутов (рис. 10.5, а) или стяжных уголков, прихватываемых к трубам (рис. 10.5, б), а также безмоментные наружные центраторы (рис. 10.5, в).

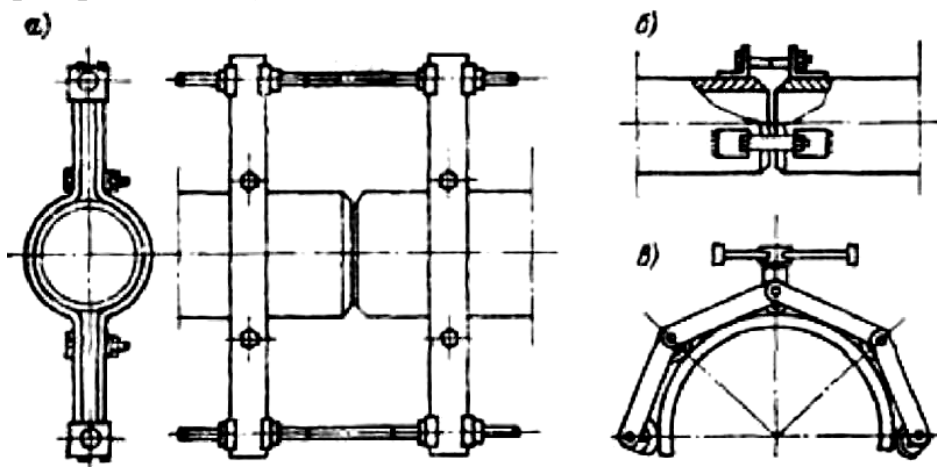


Рис. 10.5. Приспособления для центровки труб: а – хомутового типа; б – стяжные уголки; в – безмоментный наружный центратор

При монтаже поясов вертикальной стенки цилиндрических резервуаров большой ёмкости листовым методом применяются навесные подмости (рис. 10.6).

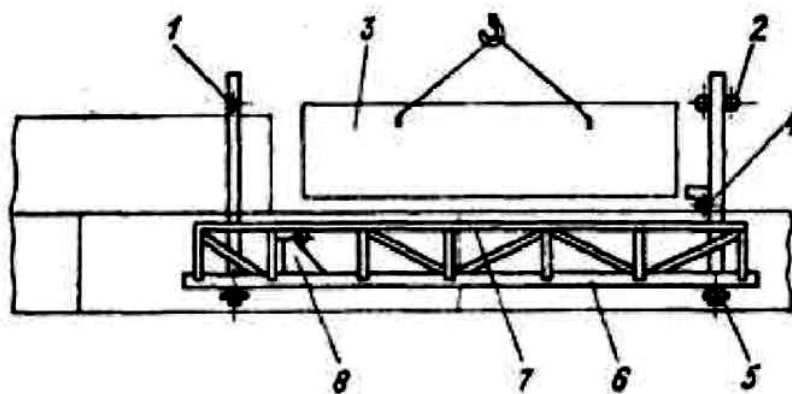


Рис. 10.6. Навесные подмости для монтажной сварки вертикальной стенки резервуара

Они имеют ходовые ролики 1 и 2, перекатывающиеся по ранее установленным листам корпуса резервуара 3, нижнюю съёмную роликоопору 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 производятся краном.

Для сварки стыков труб на открытом воздухе в зимних условиях используются передвижные (переносные) укрытия (рис. 10.7).

При сварке на монтажной площадке кольцевых горизонтальных швов цилиндрических резервуаров большой ёмкости зону сварки от ветра и атмосферных осадков защищают передвижными кабинами 1 (рис. 10.8), которые навешивают на стенку резервуара 2.

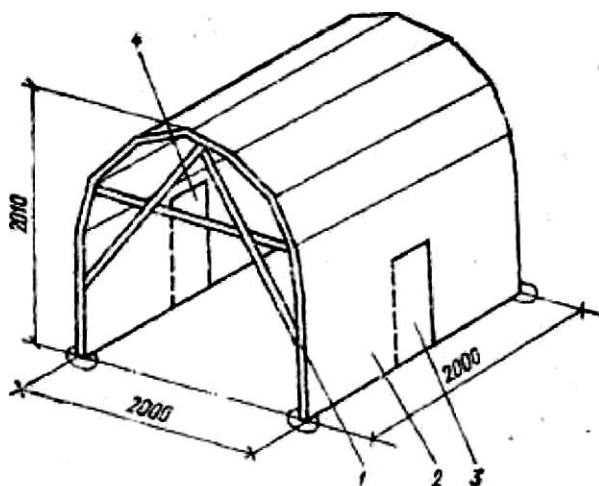


Рис. 10.7. Будка для укрытия места сварки: 1 – каркас; 2 – брезент; 3 и 4 – окна для вентиляции

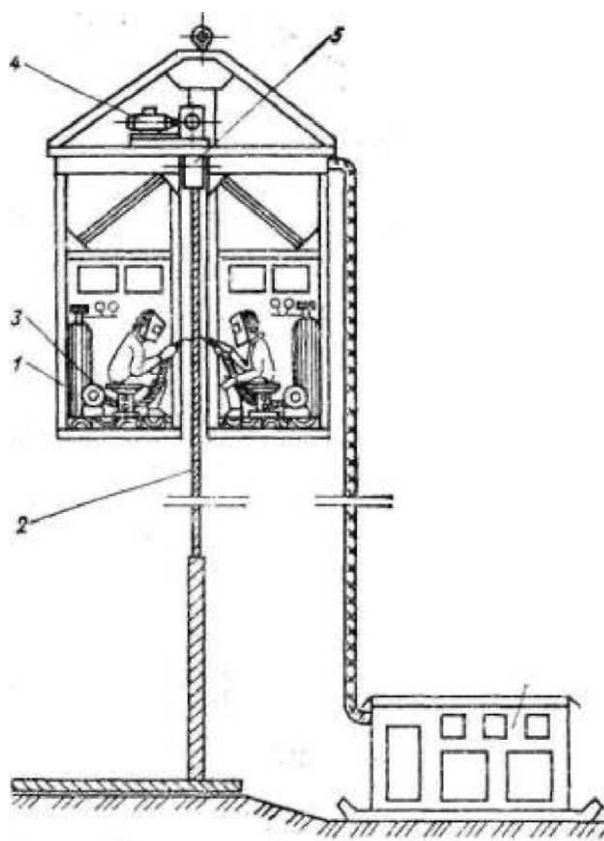


Рис. 10.8. Передвижные кабины для сварки горизонтальных швов цилиндрических резервуаров

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 передаётся ходовым колесам 5. Электропривод передвижения кабин включается во время перерывов сварки и питается током от сварочного источника тока, располагаемого в будке 6.

10.3. Сборочно-сварочные стеллажи и кондукторы

Стеллажи 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 крестки листов к стеллажу и воспринимают реакцию от давления пневматических флюсовых подушек.

Стеллаж для сборки и сварки полотнищ (рис. 10.9) имеет стеллаж 2, катучую балку 5, перемещающуюся по боковым направляющим 1 на четырёх колесах 6. На балке устанавливаются передвижные (или неподвижные) пневмоприжимы 8, цилиндры 4, которые управляются своими пневмокранами 3. Балка имеет рельсовые захваты 7, предотвращающие её подъём во время прижатия изделия. Флюсовые подушки и магнитные прижимы встроены в стеллаж 2 (на рис. 10.9 условно не показаны).

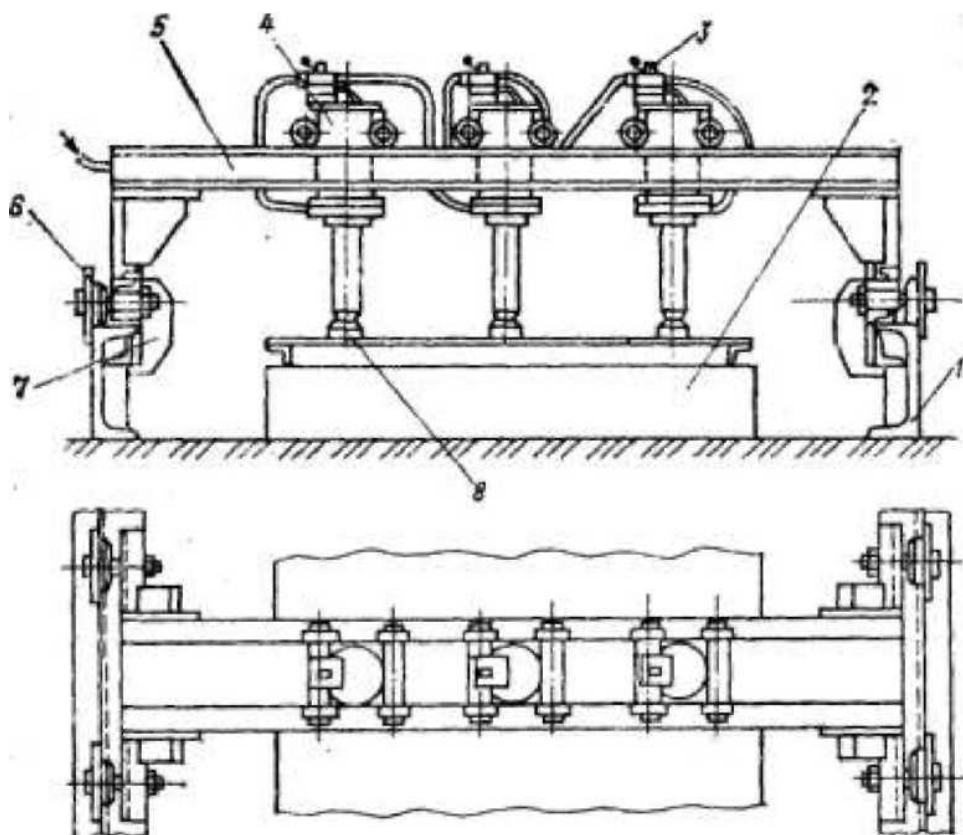


Рис. 10.9. Стеллаж для сборки и сварки полотнищ

При сооружении цементных вращающихся печей с целью *повышения транспортабельности опорные бандажи 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. 10.10) 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 б, на которые устанавливаются бухты со сварочной проволокой 7, подающие механизмы 8 сварочных аппаратов. Плавящиеся 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.

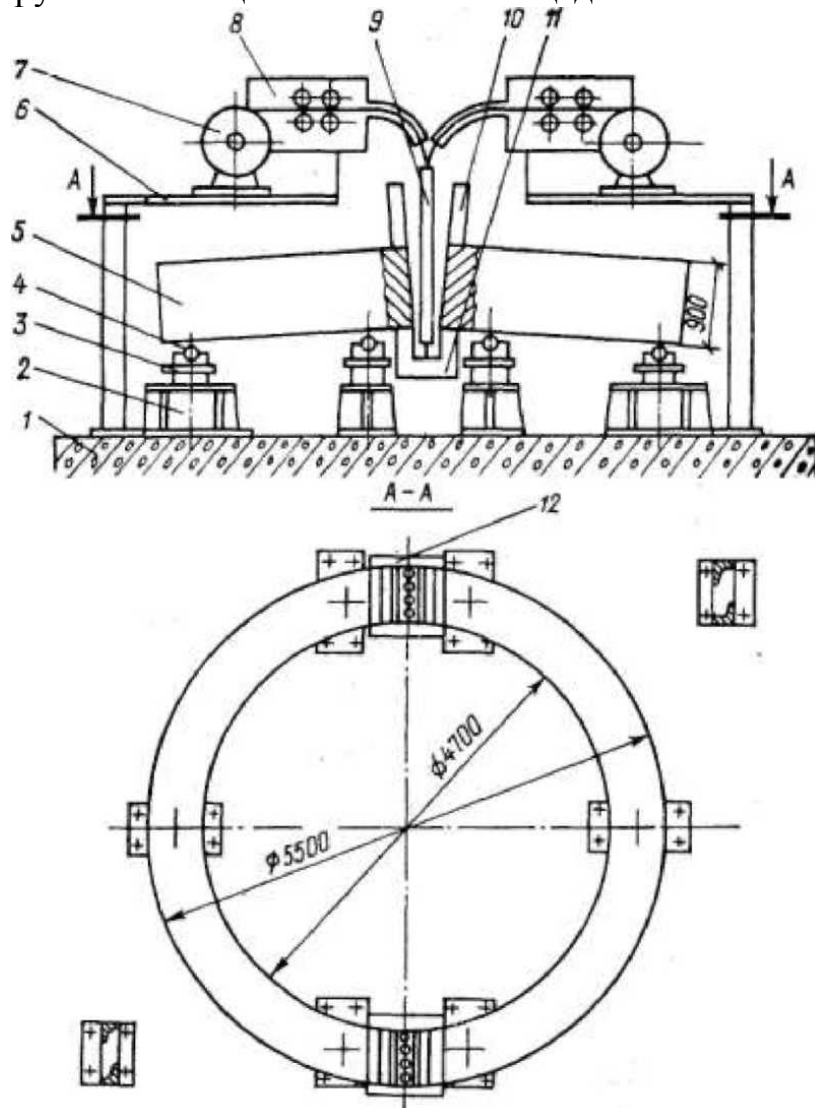


Рис. 10.10. Электрошлаковая сварка бандажей цементных печей на монтажной площадке

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 двухстоечные цапфовые кантователи.

На рис. 10.11 приведён 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.

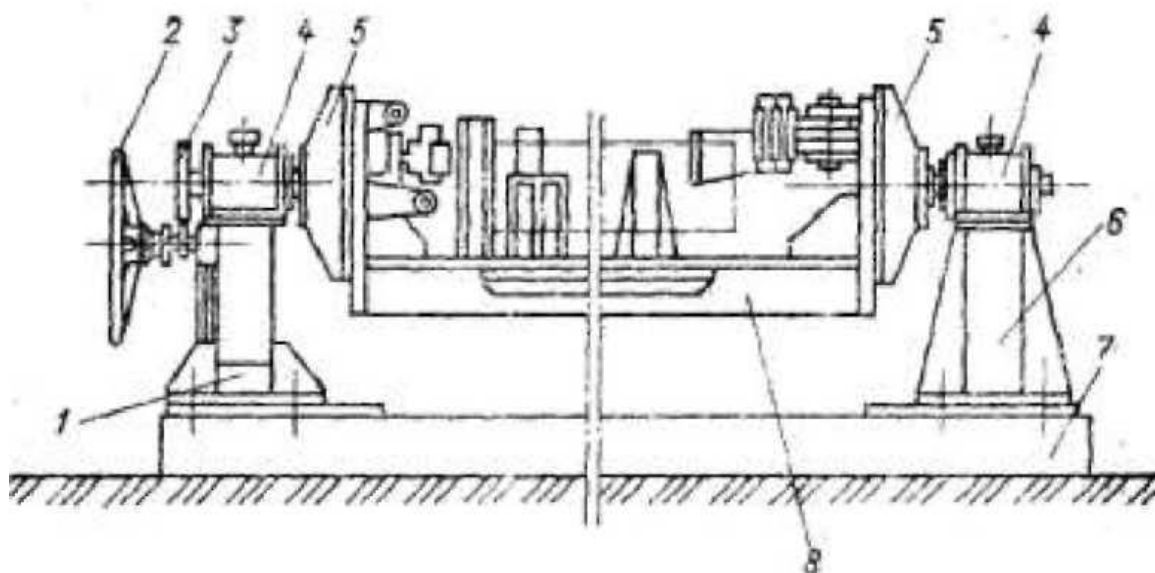


Рис. 10.11. Кондуктор-кантователь для сборки элементов

10.4. Приспособления в сварочных установках и станках

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

1. сварочного оборудования (сварочной аппаратуры, источника питания, аппаратуры контроля и регулирования процесса сварки);
2. технических средств размещения и перемещения сварочных автоматов, головок, машин и инструментов;
3. оборудования и аппаратуры для подачи флюсов, порошков, газов;
4. технических средств размещения, закрепления и перемещения изделия;
5. вспомогательного оборудования;
6. 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 придаёт 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.

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, катучие 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; флюсоприёмные устройства; флюсоудерживающие приспособления; всасывающие 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 строительной площадке производится с применением специальных сборочно-сварочных установок (рис. 10.12).

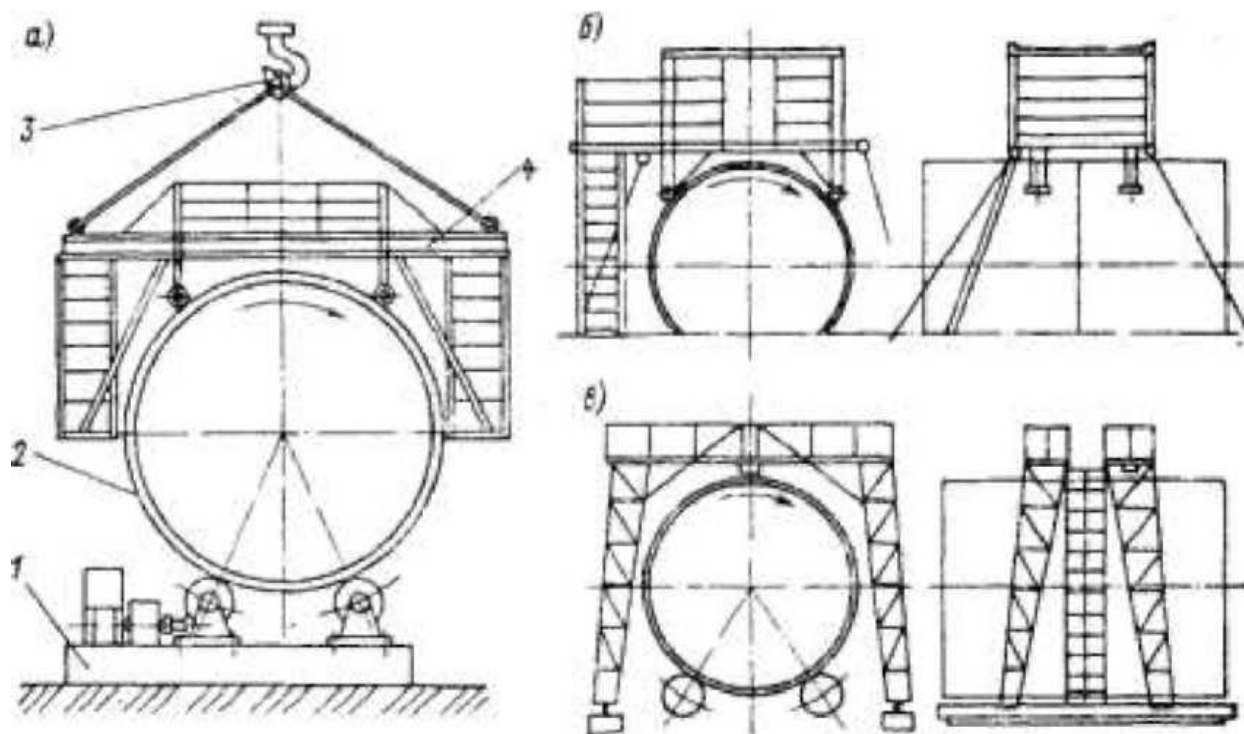


Рис. 10.12. Установка для сварки кольцевых стыков блоков цементных печей: *а* – сварочная площадка удерживается краном; *б* – сварочная площадка удерживается расчалками; *в* – с передвижными мостиками

Сборочно-сварочные установки 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. Патона, которые подвешиваются на крюке *3* крана (рис. 10.12, *а*) либо удерживаются расчалками (рис. 10.12, *б*), а также передвижные мостики (рис. 10.12, *в*), перемещающиеся по рельсам.

Сооружение промышленными методами резервуаров большой ёмкости 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.

На нижнем ярусе типовой установки (рис. 10.13) располагается стеллаж *1* для сборки и сварки, укладка листов, на котором всё 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 подъёма рабочих и работы на втором ярусе установки.

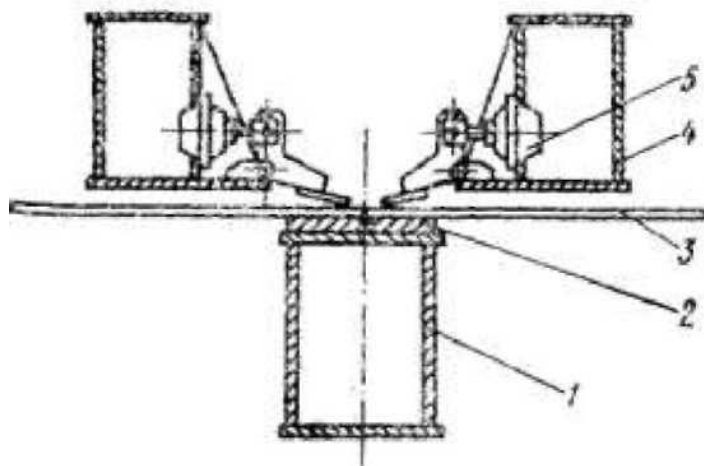


Рис. 10.13. Схема пневмоприжима кромок листов к медной подкладке

Надёжное поджатие кромок листов 3 к медным подкладкам 2 (рис. 10.14), закрепленным на балке 1, производится с помощью пневморычажных прижимов 5, смонтированных на верхних балках 4.

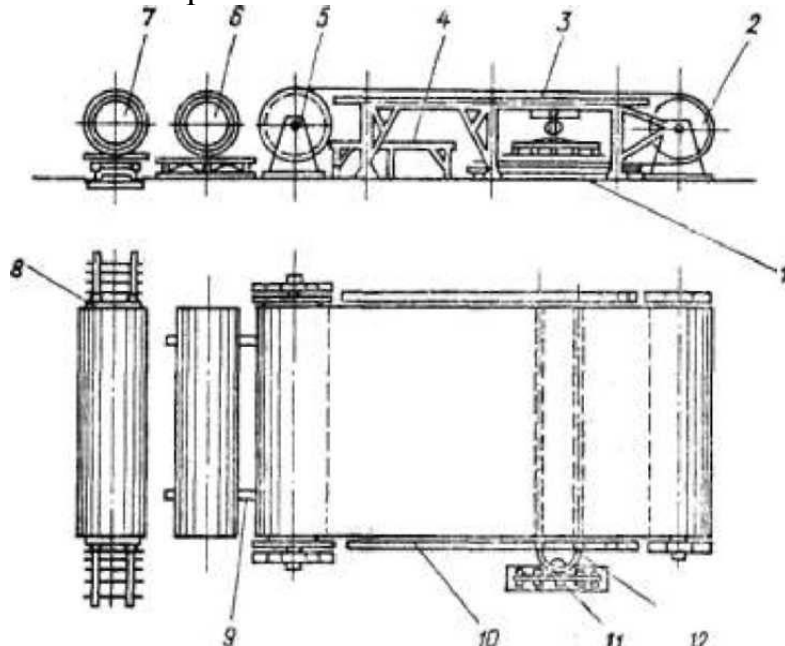


Рис. 10.14. Схема двухъярусной установки для изготовления сварных листовых полотен методом рулонирования

Вопросы для самоконтроля:

1. Универсально-сборочные приспособления сварочного производства?
2. Универсально-сборные приспособления для сварки.
3. Переносные приспособления.
4. Сборочно-сварочные стенды и кондукторы.
5. Что такое сборочно-сварочный кондуктор и его назначение?
6. Что такое сварочная установка и её назначение?
7. Что такое сварочный станок и его назначение?
8. Приспособления в сварочных установках и станках.
9. Устройства для укрупнения блоков на монтажных площадках?

11. ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ. 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 счёт внесения мелких изменений.

Четвёртый путь (конструктивный) – создание нового приспособления как определённой 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, надёжности работы сварочных приспособлений, установок и станков. Достигнуть этого можно при широком использовании роботов, мини- и микро-ЭВМ. Перспективно применение созданных на их основе многофункциональных машин, линий, робототехнологических комплексов, гибких автоматизированных производств, легко перенастраиваемых 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 использова-

ние 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 расчёты, 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 удаётся, 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 (детализация, 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.

Вопросы для самоконтроля:

1. Пути совершенствования производства с использованием прогрессивных изменений приспособлений?

2. Как проводятся разработки систем автоматизированного проектирования (САПР) приспособлений?
3. Пути совершенствования приспособлений.

12. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ. 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 (рисунок 12.1) 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.

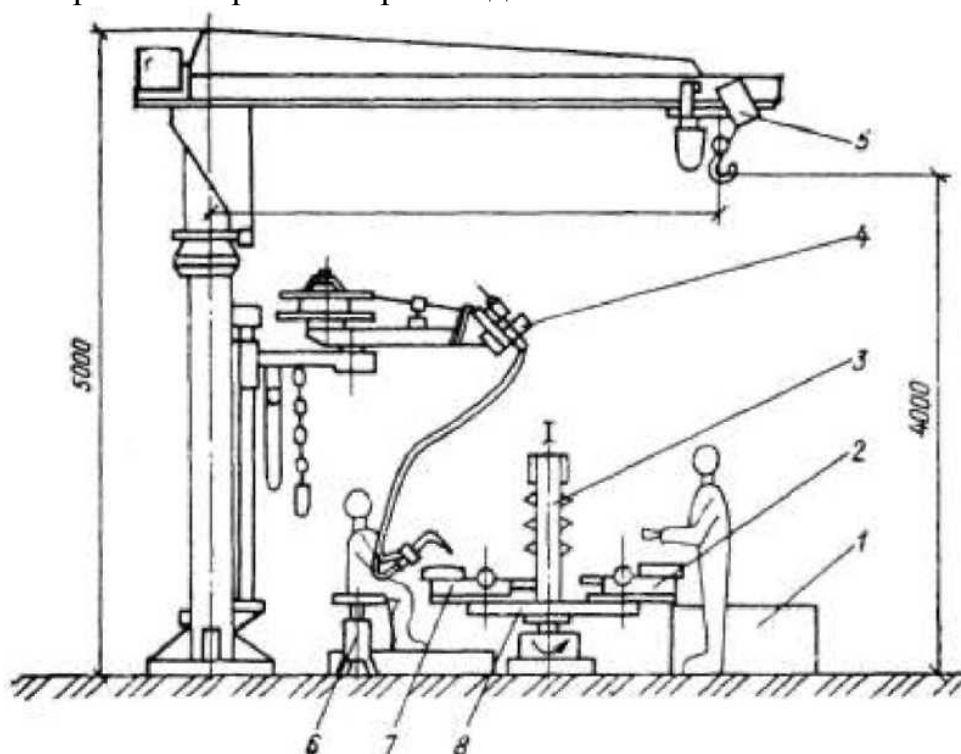


Рис. 12.1. Схема расположения оборудования на рабочем месте слесаря-сборщика и электросварщика: 1 – ящик с заготовками; 2, 7 – приспособления сборочно-сварочные; 3 – ширма со встроенной вентиляцией; 4 – полуавтомат с консолью; 5 – кран консольно-поворотный; 6 – стул поворотный; 8 – стол двухпозиционный поворотный

Связи сборочно-сварочного приспособления с соседними рабочими местами, складами заготовок и изделий осуществляются в зависимости от типа производства подъёмно-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. Причём 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 запылённость 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 8-10 мм 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 и другие обработанные поверхности деталей защищаются от ударов, попадания на 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 пылевыделением* 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 самотормозящий или стопорный механизмы. 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 подъёмом на различную высоту монтажной площадки. Наиболее удобно такое 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 внизу инструмента, приспособлений, деталей, электродов. На переносных приспособлениях следует предусматривать крючья на корпусе, позволяющие быстро и надёжно 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:

1. проверить отсутствие посторонних деталей, электродов, огарков;
2. удалить остатки флюса, шлака, брызги и капли металла с установочных поверхностей и прижимов;
3. отвести прижимы и подвижные части приспособления в исходное положение и т. п.

Сборка ведётся путем установки и закрепления в приспособлении всех деталей и сборочных единиц, образующих конструкцию, причём 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 процесс сборки хорошо сконструированного приспособления и подъёмно-транспортных средств 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 ведётся 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, создаёт наименьшие физические нагрузки на рабочего. Этому же способствует применение подъёмно-транспортных механизмов, чалок и грузо-захватных 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, надёжности 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.

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 (учёт) 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 трудоёмкость обслуживания, наладки и ремонта зависят от типа приспособления и характера его работы. Регулярно следует вести журнал учёта 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. Учёт 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.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что следует учитывать при разработке и применении сварочных приспособлений с точки зрения безопасности.
2. Рабочее место электросварщика или слесаря-сборщика металлоконструкций
3. Особенности проектирования самоходного сборочного и сварочного оборудования с точки зрения безопасности.
4. Подготовка приспособления перед работой.
5. Сборка приспособления и сборка в приспособлении.
6. Эксплуатация и ремонт приспособлений

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

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., Этингоф 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. Ханпетов 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.
22. Михайлицын, С.В. Проектирование сварочных электродов для нефтегазового комплекса: монография / С.В. Михайлицын, М.А. Шекшеев, А.Б. Сычков. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. - 182 с.
23. Михайлицын, С.В. Основы сварочного производства: учеб. пособие / С.В. Михайлицын, М.А. Шекшеев, А.В. Ярославцев. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2017. – 243 с.
24. Михайлицын, С.В. Материалы для сварки, наплавки, пайки и напыления: учеб. пособие / С.В. Михайлицын, М.А. Шекшеев, Ярославцев А.В., К.Г. Пащенко. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2016. – 207 с.
25. Михайлицын, С.В. Контроль качества сварных и паяных соединений: учеб. пособие / С.В. Михайлицын, М.А. Шекшеев, Д.В. Терентьев, Е.Н. Ширяева. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2018. – 113 с.
26. Сычков, А.Б. Контроль качества сварных соединений: учеб. пособие / А.Б. Сычков, С.В. Д.В. Терентьев, Михайлицын, М.А. Шекшеев. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2015. – 96 с.
27. Михайлицын, С.В. Методы сварки с использованием высокоинтенсивных источников энергии: учеб. пособие / С.В. Михайлицын, М.А. Шекшеев. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2018. – 203 с.

Учебное текстовое электронное издание

**Шекшеев Максим Александрович
Михайлицын Сергей Васильевич
Сычков Александр Борисович
Емелюшин Алексей Николаевич**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СБОРОЧНО-СВАРОЧНОЙ ОСНАСТКИ

Учебное пособие

4,64 Мб

1 электрон. опт. диск

г. Магнитогорск, 2019 год
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»
Адрес: 455000, Россия, Челябинская область, г. Магнитогорск,
пр. Ленина 38

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»
Кафедра машин и технологий обработки давлением и машиностроения
Центр электронных образовательных ресурсов и
дистанционных образовательных технологий
e-mail: ceor_dot@mail.ru