

Заклепочные соединения. Паяные соединения и их сборка. Соединение методом пластической деформации. Сварка.

Заклепочные соединения. Их применяют в сборочных единицах, подверженных большим динамическим нагрузкам, а также в тех случаях, когда сопрягаемые между собой детали плохо поддаются сварке. Заклепки обеспечивают неразъемность соединения.

В таких соединениях величина зазора для заклепок диаметром до 6 мм должна составлять 0,2 мм, для заклепок диаметром 6...10 мм — 0,25 мм и для заклепок диаметром 10...18 мм — 0,3 мм.

В зависимости от размера и места применения заклепок клепка может быть горячей или холодной. Обычно при диаметре заклепки до 10 мм проводится холодная клепка, а более 10 мм — горячая.

Клепка — процесс, при котором соединение двух или большего числа деталей происходит посредством расклепывания стержней заклепок, которые вставляются в заранее подготовленные отверстия.

Заклепка (рис. 4.1) представляет собой стержень 3 с закладной головкой 2, которая образуется на другом конце стержня после обработки. Основное назначение заклепки — противостоять срезающим силам, приложенным к различным сторонам соединяемых частей.

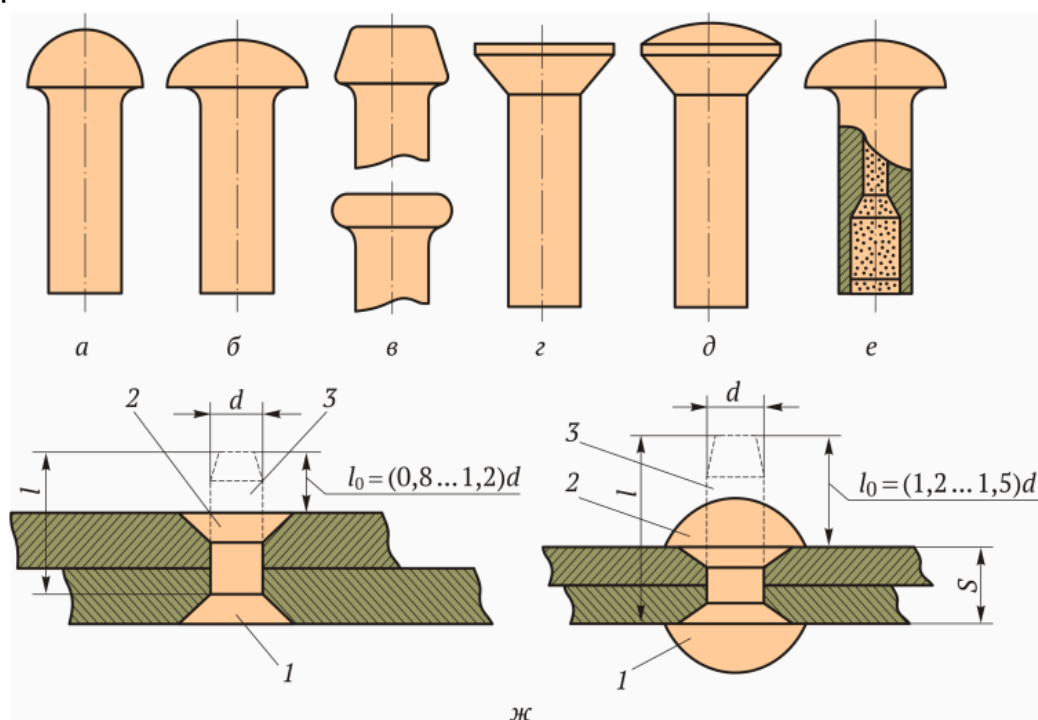


Рис. 4.1. Виды заклепок (а—е) и элементы заклепочного соединения (ж):

а — с полукруглой высокой головкой; б — с полукруглой низкой головкой; в — с плоской головкой; г — с потайной головкой; д — с полупотайной головкой; е — взрывная двухкамерная заклепка; 1 — длина стержня заклепки; l_0 — высота стержня; d — диаметр стержня заклепки; S — суммарная толщина склепываемых листов; 1 — заклепка; 2 — головка; 3 — стержень

Заклепка — цилиндрический металлический стержень с головкой определенной формы.

Головка заклепки, высаженная заранее, т. е. изготовленная вместе со стержнем, называется закладной, а образующаяся во время клепки из части стержня, выступающего над поверхностью склепываемых деталей, — замыкающей.

Заклепки изготовляют из материалов, обладающих хорошей пластичностью: стали 10 и 15 (Ст2, Ст3), меди (М3, МТ), латуни (Л63), алюминиевых сплавов (АМг5П, Д18, АД1); заклепки для ответственных соединений изготовляют из легированной (09Г2), а также из высоколегированной стали (Х18Н9Т).

Как правило, заклепки должны быть выполнены из того же материала, что и соединяемые детали; в противном случае возможно появление коррозии и разрушение места соединения.

Наиболее широкое распространение в машиностроении получили заклепки с полукруглой головкой. В некоторых случаях применяют специальные типы заклепок: взрывные (АН-1504), с сердечником (АН-831) и др.

В машиностроении применяют следующие виды заклепок: с полукруглой высокой головкой (рис. 4.1, а), с полукруглой низкой головкой (рис. 4.1, б), с плоской головкой (рис. 4.1, в), с потайной головкой (рис. 4.1, г), с полупотайной головкой (рис. 4.1, д), взрывная заклепка (рис. 4.1, е).

Волокна металла в заклепках обычно направлены вдоль их стержней, что обеспечивается применением проволоки 2...10 мм. Закладную головку заклепки изготавливают заранее.

Приспособлениями и инструментами для образования заклепочного шва служат поддержки, обжимки, натяжки, чеканы, молотки, если клепка выполняется вручную.

Подготовка заклепочных отверстий зачастую имеет решающее значение для качества заклепочного шва. Отверстия могут быть сделаны пробивкой или сверлением, а иногда пробивкой с последующим рассверливанием или развертыванием.

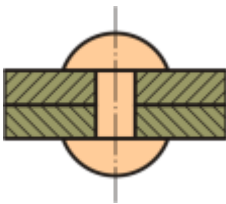
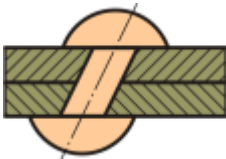
Пробивка отверстий при прочих равных условиях дает худшие результаты соединения, чем при сверлении. Образующаяся при пробивке нагартовка материала вблизи стенок отверстия иногда вызывает трещины и ослабляет прочность соединения. Кроме того, пробитые отверстия получаются несколько выпученными, что, в свою очередь, усложняет технологический процесс клепки при накладывании листов друг на друга.

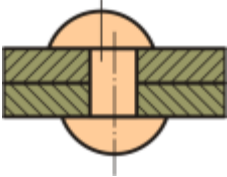
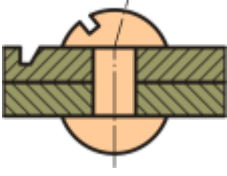
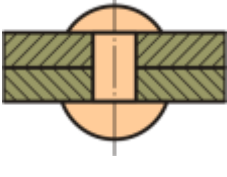
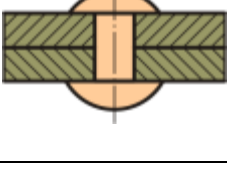
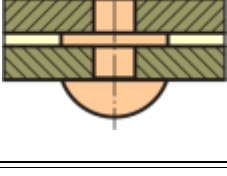
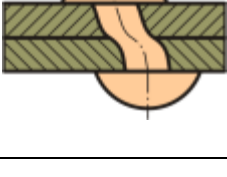
Отверстия под заклепки засверливают под прямым углом к плоскости деталей. Диаметр отверстия выбирают в зависимости от диаметра стержня заклепки по данным, приведенным в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Зависимость диаметра отверстия от диаметра заклепки

Диаметр стержня заклепки, мм	1,1	2,0	2,3	2,6	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	10,0
Диаметр отверстия, мм	1,2	2,3	2,5	2,8	3,2	3,7	4,2	5,3	6,4	7,5	8,6	10,8

Виды брака при клепке, обусловленные различными причинами, приведены в табл. 4.2.

Брак	Эскиз	Причина
Неплотное прилегание головки		Перекос обжимки при клепке
Смещение головок		Косо просверленное отверстие

Брак	Эскиз	Причина
Смещение головки		Скос на торце стержня головки
Зарубки на головке или около нее		Неправильное положение обжимки при клепке
Маломерная замыкающая головка		Недостаточная длина стержня заклепки
Рваные края головки		Некачественный металл
Расплющивание стержня между листами		Клепка при неплотно прижатых листах
Изгиб стержня заклепки		Неправильное прилегание материала при сверлении
Изгиб стержня в отверстии		Несоответствие диаметра стержня отверстию

Головки заклепки могут быть образованы прямым и обратным методами. При прямом методе удары наносят со стороны замыкающей головки (рис. 4.2, а), а при обратном — со стороны закладной головки (рис. 4.2, б). Для получения плотного соприкосновения склепываемых деталей в первом случае необходимо тщательное их обжатие, а во втором плотность достигается одновременно с образованием головки.

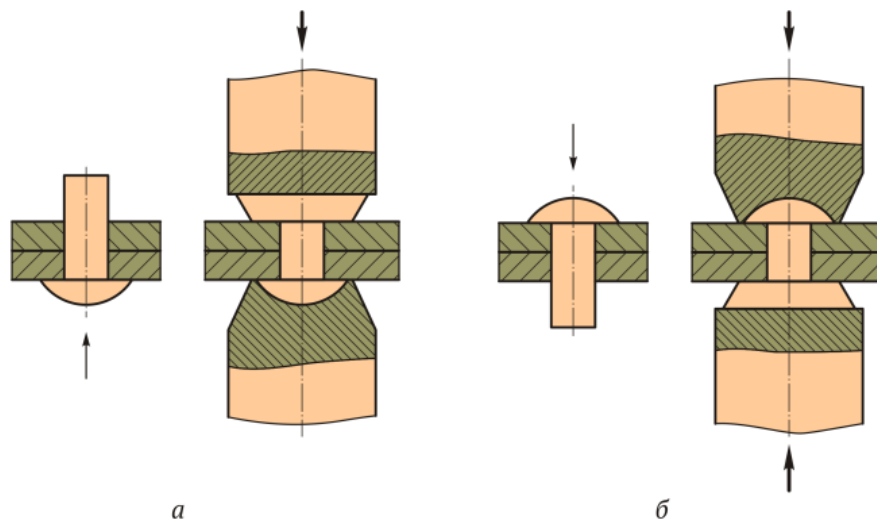


Рис.

4.2.Прямой (а) и обратный (б) методы образования заклепок

В зависимости от назначения сборочной единицы, ее конструктивных форм, размеров применяемых заклепок и масштаба производства клепку осуществляют на прессах с помощью специальных приспособлений или посредством механизированного инструмента (рис. 4.3 и 4.4).

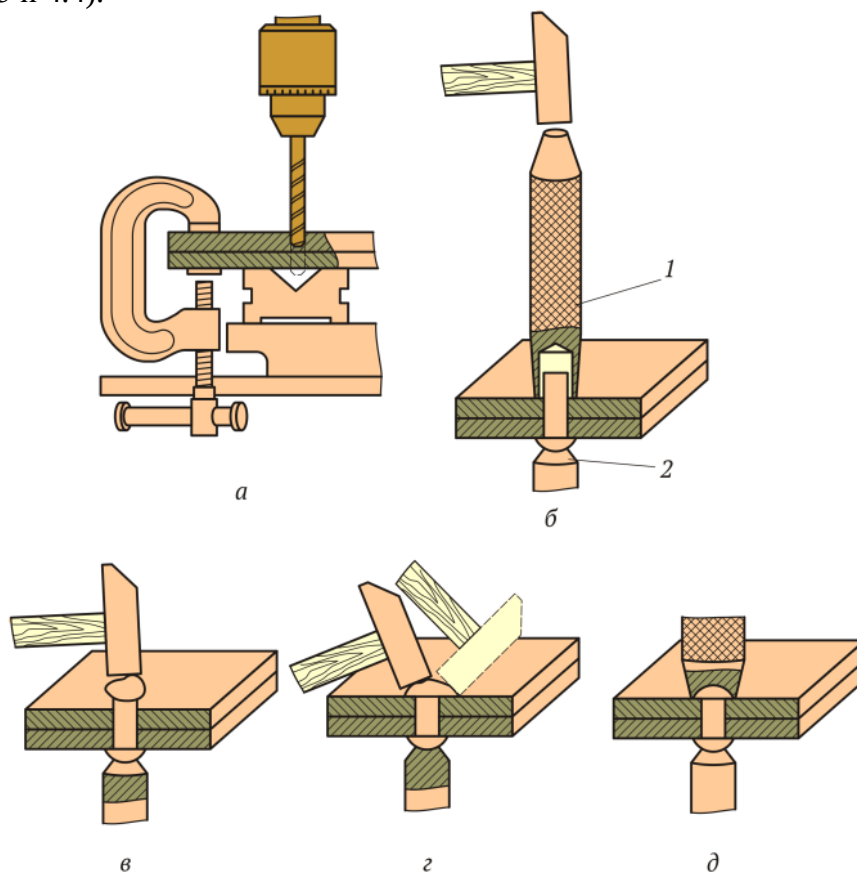


Рис. 4.3.Ручная клепка:

а — сверление отверстий под заклепки; б — натяжка листов; в — осадка стержня; г — расклепывание замыкающей головки; д — отделка головки; 1 — натяжка; 2 — поддержка

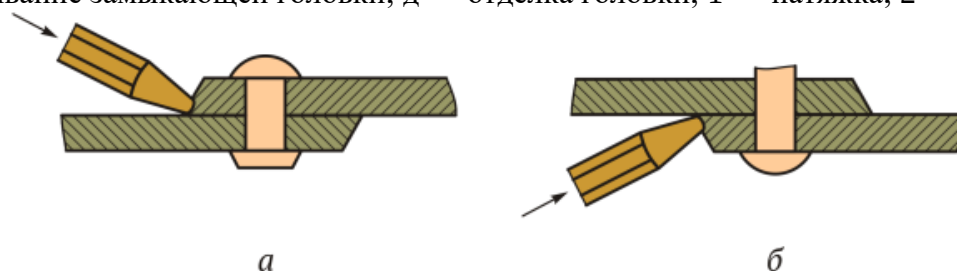


Рис. 4.4.Чеканка швов чеканом с острыми кромками (а) и чеканом с закругленной частью (б)

Примерное значение усилия, необходимого для образования головки стальной заклепки при холодной клепке, определяют по формуле

$$P_{\text{кл}} = K_{\text{кл}} d^{1,75} \sigma_B^{0,75},$$

где $K_{\text{кл}}$ — коэффициент, зависящий от формы замыкающей головки (для полукруглой головки — 28,6; для потайной — 26,2);

d — диаметр стержня заклепки, мм;

σ_B — предел прочности материала заклепки, МПа.

При горячей клепке, которая применяется при диаметрах стержня более 10 мм, усилие клепки составит 6 500...8000 Н на 1 см² сечения стержня, который нагревается до температуры 1 050...1100 °С (1 323...1373 К).

Виды заклепочных швов. Место соединения деталей называется заклепочным швом (рис. 4.5). В зависимости от характеристики и назначения заклепочного соединения заклепочные швы подразделяют на три вида: прочные, плотные и прочноплотные.

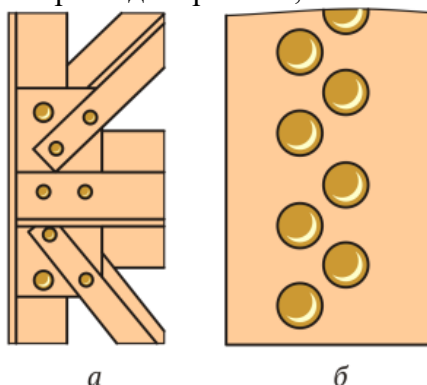


Рис. 4.5. Внешний вид (а, б) заклепочных швов

Прочный шов применяют для получения соединения повышенной прочности. Прочность шва достигается тем, что он имеет несколько рядов заклепок. Эти швы применяют при клепке балок, колонн, мостов и других металлических конструкций.

Плотный шов применяют для получения достаточно плотной и герметичной конструкции при незначительных нагрузках. Соединения с плотным швом выполняют обычно холодной клепкой.

Для достижения необходимой герметичности шва используют различного рода прокладки из бумаги, ткани, пропитанные олифой или суриком, или подчеканку шва. Эти швы применяют для изготовления резервуаров, не подвергающихся высокому давлению (например, открытые баки для хранения жидкости и некоторых других изделий).

Прочноплотный шов применяют для получения прочного и вместе с тем непроницаемого для пара, газа, воды и других жидкостей соединения (например, в паровых котлах и различных резервуарах с высоким внутренним давлением).

Прочноплотные швы выполняют горячей клепкой с помощью клепальных машин с последующей подчеканкой головок заклепок и кромок листов.

В каждом заклепочном соединении заклепки располагают в один-два ряда и более. В соответствии с этим заклепочные швы подразделяются на однорядные, двухрядные и многорядные, а в зависимости от расположения заклепок — на параллельные и шахматные (рис. 4.6).

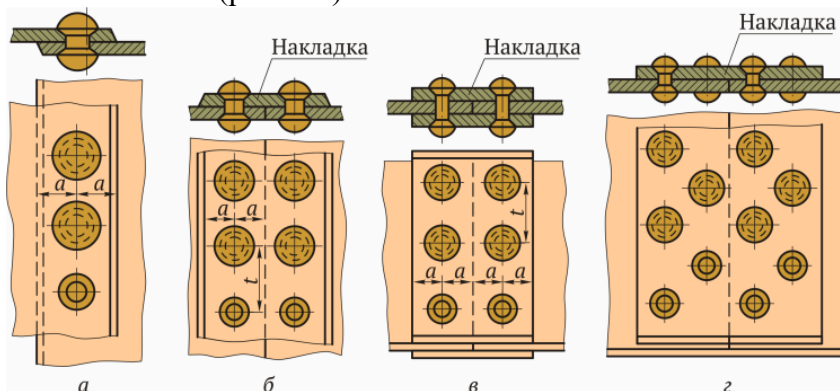


Рис. 4.6. Заклепочные швы:

а — однорядный в нахлесточном соединении; б — однорядный в стыковом соединении с одной накладкой; в — однорядный в стыковом соединении с двумя накладками; г — двухрядные с шахматным расположением заклепок в стыковом соединении с одной накладкой; а — расстояние от края детали до центра отверстия под заклепку; t — шаг соединения

Контроль качества.

После сборки заклепочное соединение подвергают тщательному наружному осмотру, проверяя состояние головок заклепок и склепанных деталей. Плотность прилегания соединенных деталей определяют щупом. Головки заклепок и расстояние между ними проверяют шаблонами.

Заклепочные соединения, требующие герметичности, подвергают гидравлическим испытаниям путем нагнетания насосом жидкости под давлением, превышающим нормальное на 5...20 %. Места соединения, дающие течь, подчеканивают.

Паяные соединения

Общая характеристика. Пайка — способ образования соединений в результате смачивания твердых поверхностей более легкоплавким расплавленным (жидким) металлом — припоем. При смачивании происходит установление межатомных связей между соединяемыми деталями и расплавленным припоем. Конечная стадия пайки характеризуется диффузионными процессами, протекающими между припоем и поверхностями соединяемых металлов.

Схематично структуру паяного соединения можно представить состоящей из трех зон: припой, паяемый металл, зоны взаимодействия припоя и паяемого металла (диффузионные зоны).

В диффузионных зонах происходит взаимопроникновение элементов припоя и паяемого металла. В зависимости от их свойств и особенностей взаимодействия в этих зонах могут образовываться твердые растворы переменной концентрации или прослойки химических соединений.

Пайка классифицируется по различным признакам: по механизму образования соединений, виду источников нагрева, методу удаления оксидной пленки и др. По механизму образования соединений она подразделяется на пайку готовым припоем, контактно-реактивную, реактивно-флюсовую, металлокерамическую и диффузионную.

Пайка готовым припоем — обычная капиллярная пайка, при которой припой после расплавления под действием капиллярных сил затекает в зазор.

Контактно-реактивная пайка — пайка, основанная на получении жидкого припоя в результате плавления двух разнородных металлов, образующих сплавы с более низкой температурой плавления по сравнению с температурой плавления соединяемых металлов.

Контактное плавление может также протекать между паяемыми металлами и покрытиями, нанесенными на них, или промежуточными тонкими прослойками, введенными непосредственно в зазор. При контактном плавлении детали нагревают под небольшим давлением.

Реактивно-флюсовая пайка — пайка, предполагающая образование припоя в результате химической реакции между паяемыми металлами и компонентами, входящими в состав флюса.

Металлокерамическая пайка — пайка, выполняемая с помощью порошковых припоев, способных заполнять большие зазоры и состоящих из тугоплавкой основы (наполнителя), близкой по составу к паяемому металлу, и легкоплавкой составляющей, обеспечивающей смачивание частиц наполнителя и соединяемых поверхностей.

Диффузионная пайка — пайка, основанная на процессах взаимодействия элементов паяемого металла и припоя при кристаллизации паяного шва в ходе выдержки при постоянной температуре.

Классификация пайки по источникам нагрева и методам удаления оксидной пленки приведена в табл. 4.3.

Таблица 4.3. Классификация пайки

Источник нагрева	Метод удаления оксидной пленки
1. Паяльник 2. Пламя газовой горелки 3. Дуговая 4. Электросопротивление 5. Индукционная 6. Экзотермическая 7. Плазменная горелка 8. Электронный луч 9. Свет (инфракрасное излучение, лазер) 10. Погружение в расплавленный припой 11. Волна расплавленного припоя 12. Горячий газ 13. Полый катод в вакууме 14. Нагретые блоки	1. Абразивная 2. Ультразвуковая 3. Флюсовая 4. В нейтральной газовой среде 5. В вакууме 6. В активной газовой среде

Для обеспечения смачивания паяемых поверхностей расплавленным припоем необходимо разрушение или удаление оксидных пленок, образующихся на поверхности соединяемых материалов.

В некоторых случаях оксидную пленку удаляют обработкой абразивом, шабрением и ультразвуком.

С помощью пайки ведут сборку различных типов соединений: нахлесточных, стыковых, тавровых, телескопических и др.

Элементами паяного соединения являются:

- зазор — расстояние между соединяемыми поверхностями до пайки;
- галтель — валик припоя вокруг паяного соединения, образуемый после пайки;
- паяный шов — расстояние между паяными поверхностями, заполненное припоем.

Пайку широко применяют в разных отраслях промышленности. В машиностроении ее используют при изготовлении лопаток и дисков турбин, трубопроводов, радиаторов, ребер двигателей воздушного охлаждения, рам велосипедов, сосудов промышленного назначения, газовой аппаратуры и т. д.

В электропромышленности и приборостроении пайка является в ряде случаев единственно возможным методом соединения деталей. Ее применяют для изготовления электро- и радиоаппаратуры, телевизоров, деталей электромашин, плавких предохранителей и т. д.

Достоинства и недостатки пайки. К достоинствам относятся: незначительный нагрев соединяемых частей, что сохраняет структуру и механические свойства металла; чистота соединения, не требующая в большинстве случаев последующей обработки; сохранение размеров и форм детали; прочность соединения.

К недостаткам пайки можно отнести выделение паров свинца при пайке мягкими припоями (ПОС 61), что является вредным элементом для здоровья человека. Кроме того, паяные швы нельзя подвергать длительному воздействию вибрации, поскольку при таком воздействии они могут разрушиться. Это соединение является неразъемным, следовательно, оно не подлежит ремонту без разрушения.

Соединение методом пластической деформации (вальцевание)

Общая характеристика. **Вальцевание** — метод пластического деформирования, который применяют в основном для соединения труб с корпусными деталями. Процесс заключается в расширении конца трубы, установленной в отверстие корпусной детали. Такое

соединение отличается прочностью и герметичностью. Перед началом вальцевания зазор между трубой и поверхностью отверстия корпусной детали не должен превышать 1 % диаметра трубы. Отклонение отверстия корпусной детали от круглости и цилиндричности не должно превышать 0,2 мм. После того как труба, подлежащая развальцовке, установлена в отверстии корпусной детали, приступают к осуществлению непосредственно самого процесса вальцевания.

Инструмент для вальцевания. Под воздействием инструмента — вальцовки — в металле трубы происходят пластические деформации, в результате которых ее диаметр увеличивается, и труба закрепляется в отверстии, при этом деформируется только труба. При дальнейшем вальцевании труба начинает давить на стенки отверстия, вызывая в них упругие деформации, которые и обеспечивают после снятия нагрузки прочность и плотность соединения. Прочность соединения значительно увеличивается, если концу вальцуемой трубы придают коническую форму (рис. 4.12).

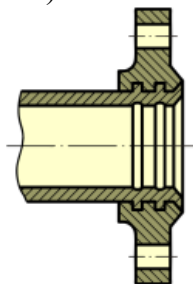


Рис. 4.12.Соединение вальцеванием

Для вальцевания применяют косые вальцовки: крепежные (КВК) и бортовочные (КВБ). Боровочная вальцовка (рис. 4.13) состоит из корпуса 2 с выполненными в нем прорезями, вальцовочных роликов 3, конуса 4 и бортовочных роликов 1.

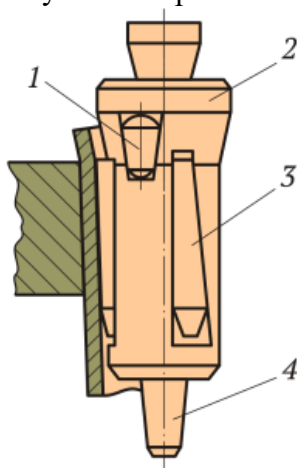


Рис. 4.13.Вальцовка косая бортовочная:

1 — бортовочный ролик; 2 — корпус; 3 — вальцовочный ролик; 4 — конус

При вальцевании конуса 4 наклонные торцы роликов 3 давят на корпус 2, обеспечивая перемещение вальцовки по внутренней поверхности трубы. Одновременно ролики, обкатывая конус, стремятся продвинуть его относительно корпуса вальцовки вперед. Продвигаясь вперед, конус раздвигает ролики, а они при этом расширяют трубу. Происходит вальцевание. Боровочные ролики 1 обеспечивают отбортовку конца трубы на 15°.

В качестве привода для вальцовок используют пневматические и электрические ручные механизированные инструменты (дрели).

Контроль качества вальцовки. Осуществляют визуально и на слух. При качественном вальцевании труба не должна качаться в отверстии, а при ее обстукивании не должно возникать дребезжащего звука.

Сварка

Сварка — процесс соединения металлических деталей с использованием сил молекулярного сцепления, происходящих при сильном местном нагреве соединяемых деталей до расплавления (сварка плавлением) или пластического состояния с одновременным применением механического воздействия (сварка давлением). Затвердевший после сварки металл, соединяющий свариваемые детали, называют *швом*.

Сварные соединения имеют *достоинства*, обеспечивающие их широкое применение в машиностроении:

- существенная экономия металла;
- значительное снижение трудоемкости изготовления корпусных деталей;
- возможность изготовления конструкций сложной формы из отдельных деталей, полученных ковкой, прокаткой, штамповкой.

Наряду с этим сварным соединением присущи и *недостатки*:

- появление остаточных напряжений по окончании процесса сварки;
- коробление деталей в процессе сварки;
- плохое восприятие знакопеременных нагрузок, особенно вибраций;
- сложность контроля.

Способы сварки. Из всего разнообразия способов сварки в сборочном процессе применяют ручную дуговую сварку плавящимся электродом, стыковую, точечную и шовную сварку. При **ручной дуговой сварке** (рис. 4.17, *а*) кромки соединяемых частей изделия расплавляются электрической (вольтовой) дугой, образующейся между электродом и свариваемым металлом. Перемещение электрода вдоль шва осуществляется вручную.

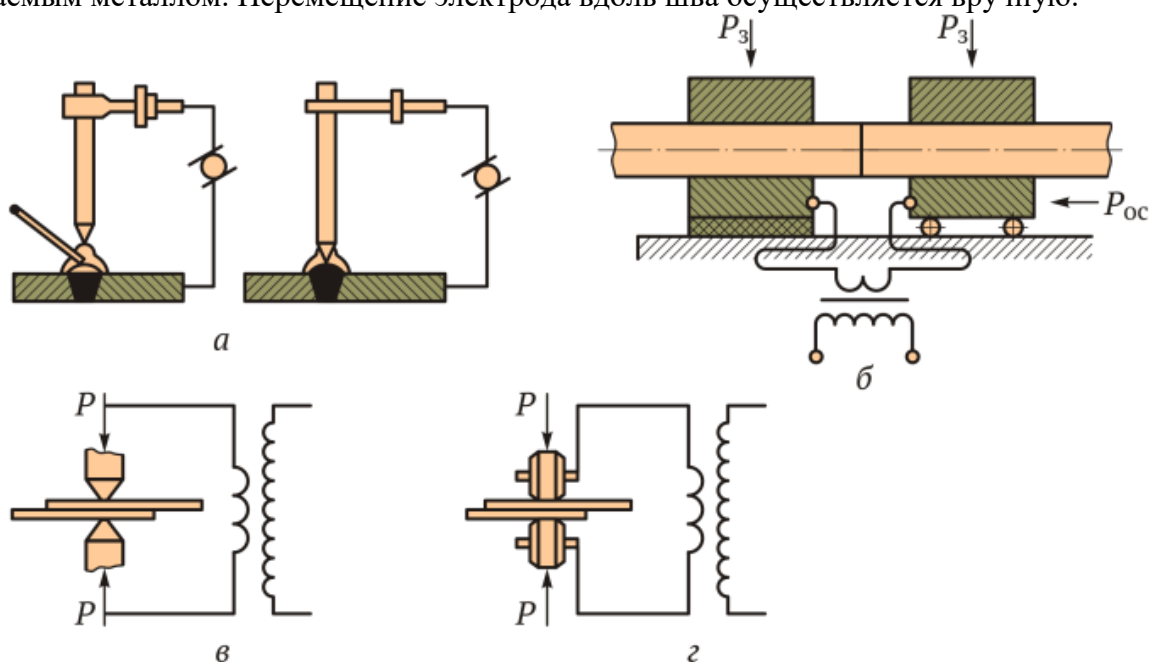


Рис. 4.17. Основные виды сварки:

а — дуговая; *б* — стыковая; *в* — точечная; *г* — шовная; P_3 — усилие закрепления заготовки; P_{oc} — осевое усилие

При **сварке плавящимся электродом** последний, расплавляясь, служит дополнительным материалом, заполняющим сварной шов.

Схемы **контактных способов сварки** (стыковой, точечной, шовной) показаны на рис. 4.17, *б—г*. Шовную и точечную сварку применяют для соединения тонкостенных деталей.

Типы швов. В зависимости от взаимного расположения соединяемых деталей различают стыковые, нахлесточные, с накладками, угловые и тавровые сварные швы (рис. 4.18). Из всех видов сварных соединений наиболее распространенными являются соединения со **стыковыми швами**. Конструкции, выполненные с помощью этих соединений, по параметрам аналогичны литым.

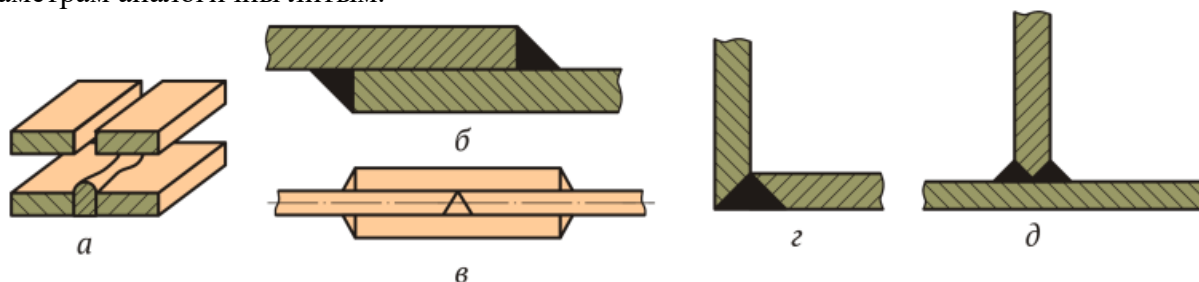


Рис. 4.18. Сварные швы:

а — стыковой; *б* — нахлесточный; *в* — с накладками; *г* — угловой; *д* — тавровый

В зависимости от формы подготовленных кромок на деталях различают V-, X-, K-образные стыковые швы (рис. 4.19). По характеру выполнения эти швы могут быть односторонними и двусторонними. На чертеже такие швы указываются согласно ГОСТ 14806—80 «Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры» (рис. 4.20).

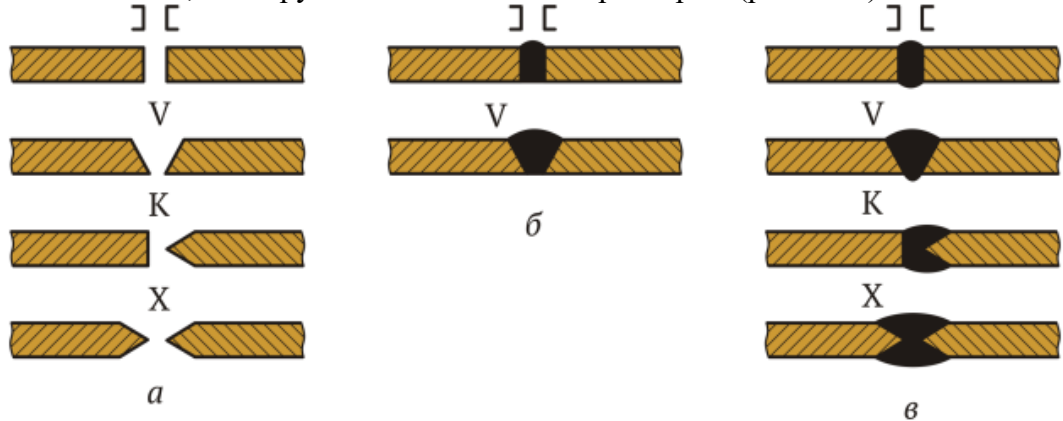


Рис. 4.19. Типы стыковых швов и их условное обозначение:

а — форма кромок; *б* — односторонние швы; *в* — двусторонние швы

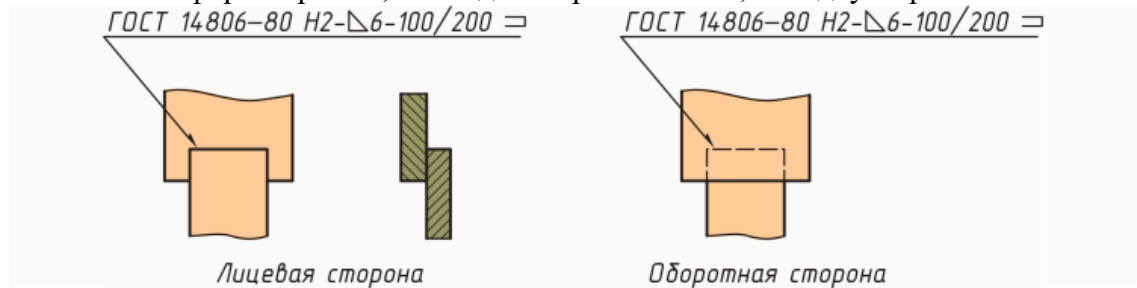


Рис.

4.20. Условное обозначение сварных швов

Контрольные вопросы

1. Виды заклепок
2. Виды брака при применении заклепок
3. Ручная клепка
4. Формула расчета усилия при холодной клепке
5. Виды заклепочных соединений
6. Какие материалы следует использовать для изготовления заклепок? Приведите примеры.
7. В чем заключается подготовка деталей к пайке?
8. Какую роль выполняют флюсы в процессе пайки?
9. Какими свойствами обладают клеевые соединения?
10. В каких случаях следует применять метод пластической деформации?
11. Какие виды соединений применяют в машиностроении? От чего зависит их выбор?
12. Для чего применяют глубокое охлаждение деталей перед сборкой? В чем оно заключается?
13. От каких свойств материалов зависит их свариваемость?
14. Какие виды сварки применяют в промышленности?
15. Какое сварочное оборудование необходимо использовать при электродуговой сварке?