



Оборудование и технология сварки давлением

Лекция 8

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СВАРКОЙ ДАВЛЕНИЕМ

Автор: доц. Павлова А.А.

Lekz8_TUZT_31MC_PAA_12.05.16

кафедра

«Технологии металлов и материаловедения»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чуларис А.А., Рогозин Д.В. **Технология сварки давлением:** Учеб. пособие./ ДГТУ, Ростов – на – Дону, 2005. -240 с.
2. **Машиностроение. Энциклопедия. Оборудование для сварки.** Т IV-6 /Под ред. Б.Е.Патона – М.: Машиностроение, 2002. – 496с.
3. Рязанцев В.И., Овчинников В.В. **Технологические основы контактной сварки легких сплавов:** Учебное пособие. - М.: МГИУ, 2006. - 164 с.
4. **Технология и оборудовании контактной сварки /** Под ред. Б.Д. Орлова. – М.: Машиностроение, 1986. – 352 с.
5. М. Д. Банов, Ю. В. Казаков, М. Г. Козулин и др.; под ред. Ю. В. Казакова. **Сварка и резка материалов:** Учебное пособие. — Издание 2-ое, стереотипное. — Издательский центр «Академия», 2002. — 400 с.
6. Банов М.Д. **Технология и оборудование контактной сварки.** — 4-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2009. — 224 с.

ВЫБОР СПОСОБА СВАРКИ

Высокое качество сварных изделий обеспечивается совокупностью всех конструкционных и технологических решений:

- правильный выбор материала, размеров и формы деталей,
- рациональные способы изготовления, сборки, сварки узла,
- ряд других операций с установлением качества и точности выполнения и основное оборудование, приспособления и т. п.

Типовой технологический процесс производства сварных узлов состоит из ряда основных операций в определенной последовательности:

- изготовление деталей,
- подготовка свариваемых поверхностей,
- сборка,
- прихватка,
- сварка,
- правка и механическая обработка,
- антикоррозионная защита,
- контроль.

Этот процесс корректируют в зависимости от масштаба производства, степени взаимозаменяемости деталей, материала, размеров, формы и ответственности узлов, а также особенностей производства.

При проектировании сварной конструкции важно обеспечить удобный подход электродов к месту сварки, чтобы детали могли быть сварены на стандартном оборудовании прямыми электродами.

Точечная и шовная сварка

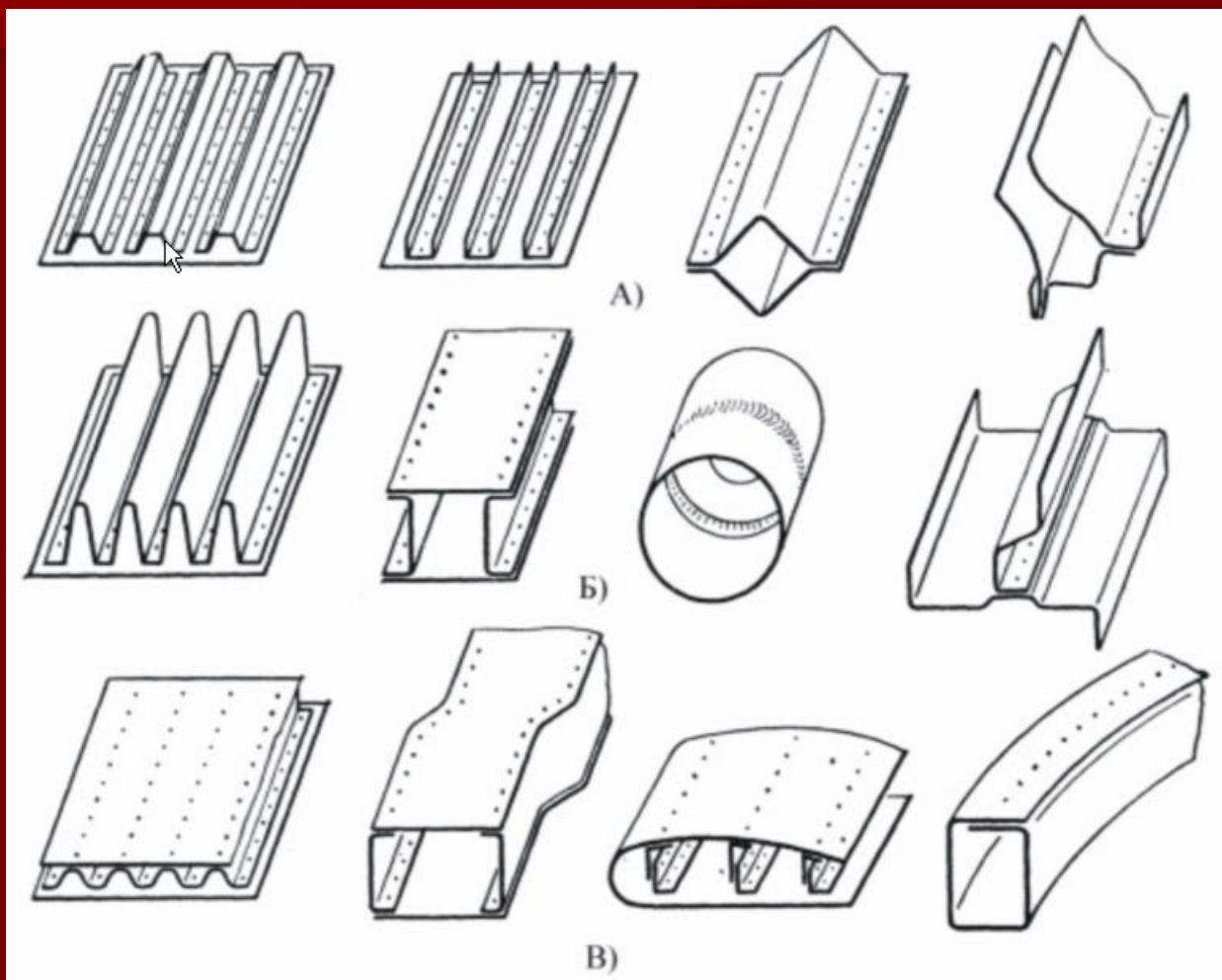
- Чаще всего применяют для соединения деталей толщиной 0,5-6 мм. (Однако нижний предел (в микросварке) может достигать до 2 мкм, а верхний - до 30 мм.)
- Толщина свариваемых деталей может быть одинаковой или различной (при соотношении толщин до 1:5, а в микросварке до 1:100 и более).
- Материал деталей может быть одноименным и разноименным (особенно в микросварке).
- Если герметичность не требуется, то применяют точечную сварку.
- Прочноплотные соединения выполняют шовной сваркой. (При изготовлении емкости внутренние ребра выбирают тоньше обшивки для предупреждения разгерметизации при случайном разрушении точки.)
- Чаще применяют двустороннюю сварку, однако при ограниченном доступе к месту сварки - одностороннюю.
- Для повышения производительности и уменьшения коробления используют многоточечную сварку.
- Для создания слоев со специальными свойствами или ремонта изношенных деталей применяют электроконтактную приварку присадочного металла.

Детали для точечной и шовной сварки обычно изготавливают из листов и профилей. Выбор способа сварки обусловлен толщиной и материалом деталей, конструкцией узла, требованиями к качеству соединений, характером конкретного производства.

Примеры узлов, соединяемых точечной и шовной сваркой

Форма и размеры узлов для точечной, шовной и рельефной сварки

весьма разнообразны: от простых плоских панелей до сложных пространственных конструкций (Рис.).



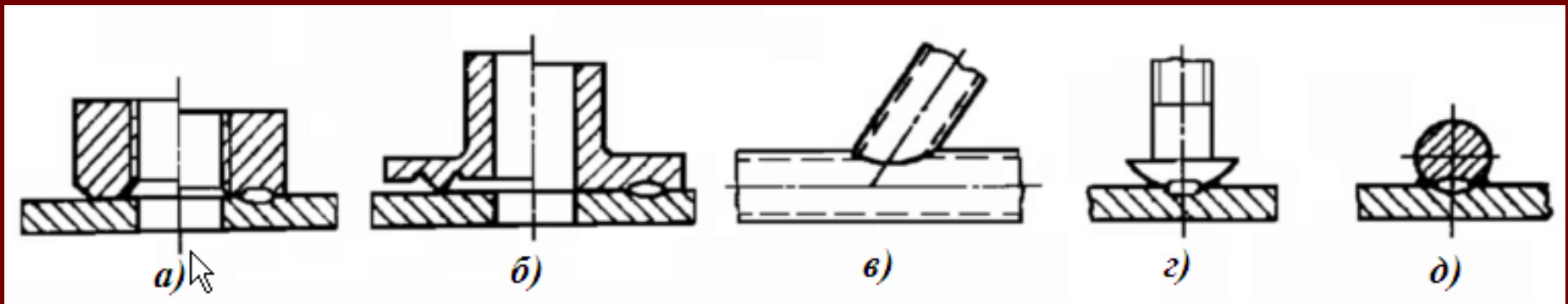
Наиболее технологичны узлы открытого типа (а).

Менее технологичны узлы полузакрытого типа (б), ухудшающие доступ одного из электродов.

Наименее технологичны узлы закрытого типа (в): узлы коробчатой формы с внутренними швами, закрытые панели малой высоты и т. п.

РЕЛЬЕФНАЯ СВАРКА

Применение **рельефной сварки** позволяет **увеличить производительность** (одновременная постановка группы точек, соединение по всему контуру), **уменьшить величину нахлестки и массу узлов** (из-за ограничения области разогрева и пластической деформации), **повысить стойкость электродов** (вследствие увеличения размеров их рабочей поверхности), **устранить разметку**.



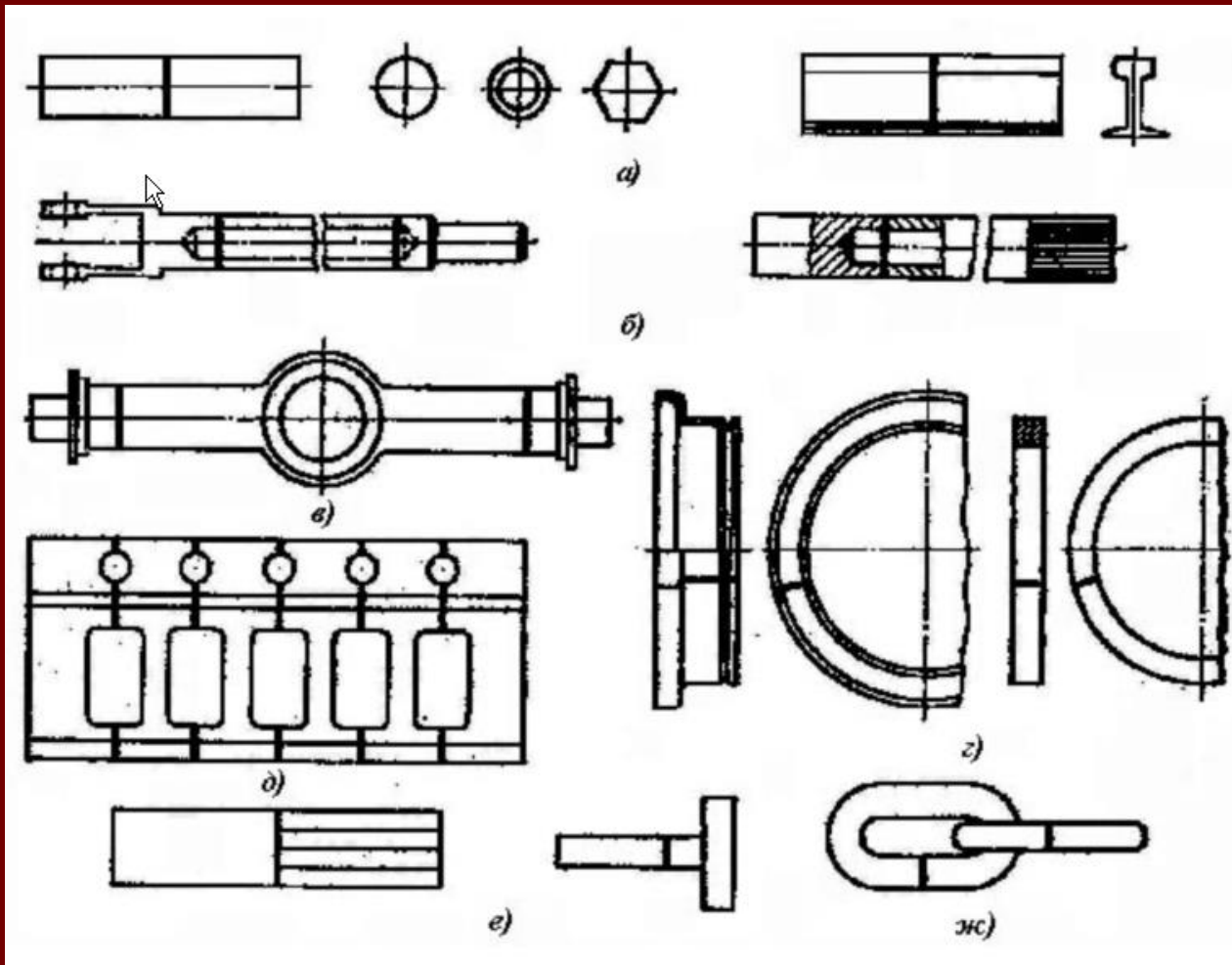
Значительное распространение получила рельефная сварка с формированием рельефа за счет сопряжения различных по форме деталей:

- острой грани гайки или штуцера с листом (контурная сварка, **а, б**),
- двух труб (Т-образная сварка, **в**),
- винта, проволоки с листом (**г, д**).

Иногда рельефы изготавливают отдельно в виде колец, шайб, шариков.

Стыковая сварка

Стыковую сварку широко используют в промышленности (рис.) для изготовления длиномерных изделий из проката, сложных деталей из простых заготовок и деталей замкнутой формы в целях экономии легированных сталей (режущий инструмент, клапаны двигателей и др.).



а – длиномерные изделия компактного профиля, трубы, рельсы;

б – тяги, валы;

в – кожуха задних мостов автомобилей;

г – блоки двигателя;

д – ободья колес, кольца;

е – режущий инструмент, клапана двигателей;

ж - цепь

Способ стыковой сварки выбирается в зависимости от формы и сечения деталей, марки металла, требований к качеству соединений.

Сваркой сопротивлением обычно соединяют детали небольшого, как правило круглого, сечения (не более 200 мм²) из низкоуглеродистых сталей, а также алюминия и меди (до 100 мм²). Детали большего сечения сваривают по схеме принудительного формирования или в среде защитных газов.

В связи с невысокой прочностью соединений (трудности удаления оксидов), необходимостью применения повышенной электрической мощности (высокая средняя плотность тока) и большими затратами труда на подготовку торцов **сварка сопротивлением имеет относительно ограниченное применение.**

СВАРКА НЕПРЕРЫВНЫМ ОПЛАВЛЕНИЕМ И ОПЛАВЛЕНИЕМ С ПОДОГРЕВОМ

Сварка оплавлением обеспечивает высокое качество соединений при меньших затратах электрической мощности и трудоемкости на досварочные операции.

Непрерывным оплавлением сваривают детали с компактным сечением до 1000 мм² (из низкоуглеродистой стали) и детали несколько большего сечения с развитым периметром (трубы, листы и др.).

Область рационального применения **сварки оплавлением с подогревом** сопротивлением ограничивается сечениями 500-10000 мм². При больших сечениях неравномерность нагрева по сечению приводит к снижению стабильности качества соединений. Кроме того, резко возрастает необходимая мощность оборудования.

Детали с площадью сечения 5000-40000 мм² сваривают **непрерывным оплавлением** на машинах с программным управлением напряжением сварочного трансформатора и скоростью подачи подвижного зажима.

Высокой эффективностью обладает **способ стыковой сварки импульсным оплавлением**, который позволяет сваривать стальные заготовки сечением до 200 000 мм² и получать качественные соединения из различных трудносвариваемых металлов.

Выбор рациональной конструкции деталей и элементов соединений

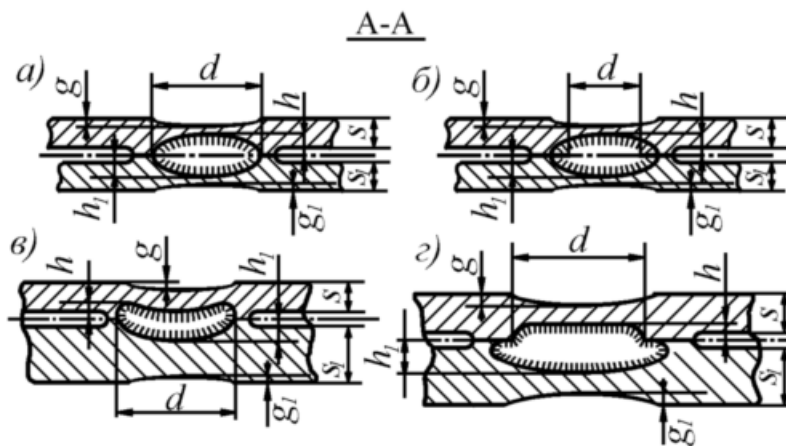
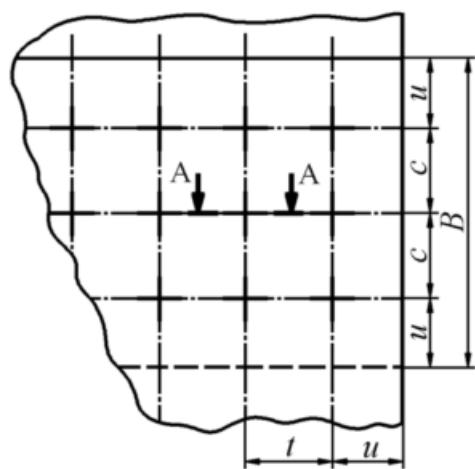
При точечной, шовной и рельефной сварке в понятие «оптимальные размеры соединения» входит несколько измеряемых величин, называемых **конструктивными элементами соединения** (рис.).

Они стандартизованы по ГОСТ 15878-79 для соединений двух групп А и Б.

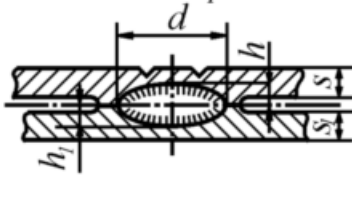
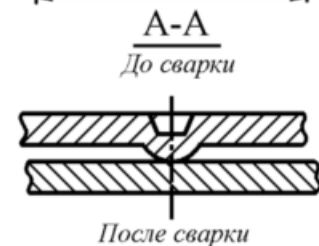
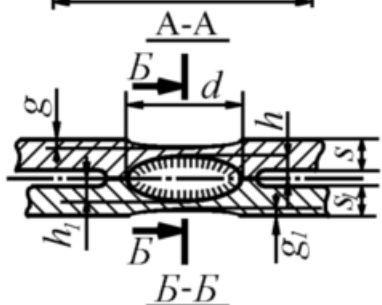
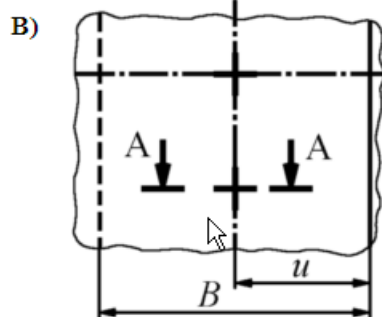
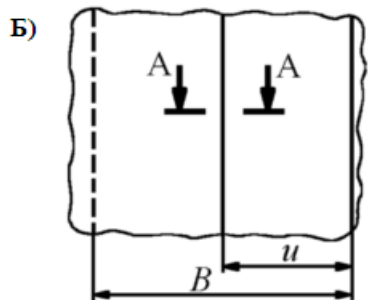
Группу устанавливают при проектировании узла в зависимости от требований, предъявляемых к сварной конструкции и исходя из особенностей технологического процесса.

Соединения группы А имеют более высокие прочностные характеристики.

Конструктивные элементы соединений, выполненные:



А)



- А) Точечной сваркой:
- a** – неплакированные металлы,
 - б** – плакированные металлы,
 - в** – детали неравной толщины,
 - г** – разноименные детали
- Б) Шовной сваркой
- В) Рельефной сваркой листов в нахлестку

Основные конструктивные элементы

Основными конструктивными элементами являются расчетный (минимальный) диаметр ядра (для точечной и рельефной сварки) и ширина литой зоны (для шовной сварки).

Их измеряют в плоскости сопряжения деталей и обозначают d для обоих случаев сварки.

Эти размеры устанавливают из условия получения необходимой и стабильной прочности, герметичности шва при минимальной нахлестке. Фактический диаметр в узлах должен быть не меньше указанного ГОСТе.

Максимальные размеры ядра ограничивают из-за возможности появления различных дефектов, снижения стойкости электродов, устанавливая верхние пределы на 15-25 % больше минимально допустимых (при $s \geq 0,5$ мм). Приблизительно при толщине деталей $s \geq 0,5$ мм минимальный диаметр литого ядра для соединений группы А можно определить по эмпирической формуле: $d = 2s + (2-3 \text{ мм})$. Более точные его значения, учитывающие уменьшение отношения d/s с ростом толщины, описываются формулой $d = 4s^{2/3}$.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СОЕДИНЕНИЙ

Другими конструктивными элементами соединений являются :

- ❑ величина проплавления,
- ❑ глубина вмятины от электрода,
- ❑ расстояние между центрами соседних точек в ряду (шаг),
- ❑ величина перекрытия литых зон (при шовной сварке),
- ❑ расстояние от центра точки до края нахлестки, между осями соседних рядов точек и др.

Величина проплавления h (h_1) в большинстве случаев должна находиться в пределах 20-80 % толщины детали. Ее измеряют отдельно для каждой детали.

Минимальные значения соответствуют проплавлению тонкой детали при сварке деталей неравной толщины.

На титановых сплавах верхний предел увеличивают до 95 %, а на магниевых - уменьшают до 70 %.

Глубина вмятины g (g_1) не должна превышать 20 % толщины детали, однако при сварке деталей неравной толщины и труднодоступных местах она может достигать 30 %. При микросварке глубина обычно не превышает нескольких процентов. Глухие вмятины ухудшают внешний вид и обычно уменьшают прочность точек.

Минимальное расстояние между центрами соседних точек в ряду или шаг $t_{\text{ш}}$ устанавливают из условия незначительного шунтирования тока при сохранении высокой прочности шва.

Величина перекрытия литых зон герметичного шва f должна составлять не менее 25 % длины литой зоны / (рис. Б).

Минимальная величина нахлестки B – это наименьшая ширина сопрягаемой части соединяемых деталей без радиуса закругления соседних элементов (стенки, полки). При $r < 2s$ в нахлестку включают не только радиус, но и толщину стенки (рис.).

должно быть не менее $0,5B$. Расстояние между осями соседних рядов c выбирают на 20 % большим, чем $t_{\text{ш}}$. **Расстояние от центра точки или оси шва до края нахлестки $и$**

Абсолютные размеры конструктивных элементов возрастают с увеличением толщины деталей. Некоторые из них (B , h) зависят и от материала; размеры $t_{ш}$ и c также косвенно связаны с материалом деталей, так как из конструктивных соображений при изменении B меняют и эти величины. Например, при сварке легированных сталей несколько уменьшают $t_{ш}$, однако это не связано с меньшим шунтированием тока через соседнюю точку. Действительно, при уменьшении электропроводимости возрастают как сопротивление шунтирующей цепи, так и сопротивление зоны сварки. Условия шунтирования остаются практически постоянными. Величины B , $t_{ш}$, u , c , кроме того, зависят от соотношения толщины свариваемых деталей: при $s/s_1 > 2$ их увеличивают на 20-30 %. **Вообще, при сварке деталей неравной толщины конструктивные элементы выбирают по более тонкой детали.**

Современный технический уровень машин и аппаратуры позволяют в ряде случаев (при $s < 3$ мм) уменьшать d (на 22-33 %) и получать соединения, которые относят к группе Б. Для сохранения высокой прочности узла увеличивают число точек в ряду, уменьшая $t_{ш}$. При эксплуатации точки работают равномернее, с меньшей концентрацией напряжений; усталостные трещины несколько локализуются, замедляется их развитие. Из-за уменьшения B снижается масса соединений. Однако возрастают требования к точности изготовления деталей, сборки, подготовки поверхности, стабильности работы машин.

СТЫКОВАЯ СВАРКА

Торцы деталей, подлежащие *стыковой сварке*, должны быть рационально сконструированы (рис.).

Во-первых, необходимо создать условия для равномерного нагрева и по возможности одинаковой пластической деформации при осадке.

Во-вторых (особенно при сварке сопротивлением), обеспечить защиту торцов от окисления и облегчить вытеснение окисленного металла из рабочей зоны шва.

В-третьих, форма деталей должна обеспечить надежное закрепление их в зажимах сварочной машины и токоподвод вблизи зоны сварки. Форму и размеры сечения торцов заготовок следует выполнять примерно одинаковыми. Различие в диаметрах не должно превышать 15 %, а по толщине 10 %.

Подготовка деталей к сварке

Подготовка деталей к сварке заключается в получении определенной формы торцов, очистке их поверхности и поверхности деталей, правильной установке торцов перед началом сварки.

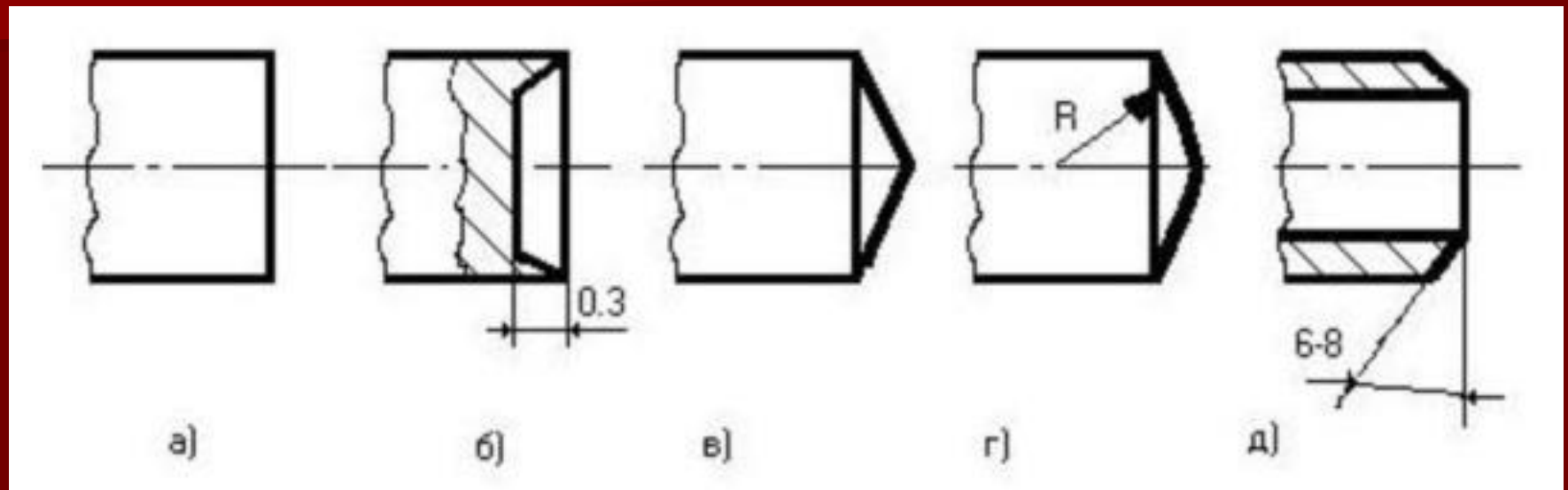
Торцы деталей получают механической резкой на ножницах, пилах, металлорежущих станках, горячей или холодной высадкой на прессах, а также с помощью плазменной и газовой резки с последующим удалением шлака.

Токоподводящие участки деталей и торцов очищают различными механическими способами и травлением.

При сварке сопротивлением (вследствие трудности обновления поверхности) требуется более тщательная установка деталей при сборке, чем при сварке оплавлением. Так, зазор между торцами при сварке сопротивлением не допускается более 0,5 мм.

При сварке оплавлением он может быть большим (до 15 % $\Delta_{\text{опл}}$). При сварке развитых сечений требования к качеству сборки, в частности, к взаимной параллельности торцовых поверхностей деталей, ужесточаются.

Форма торцов деталей для сварки сопротивлением

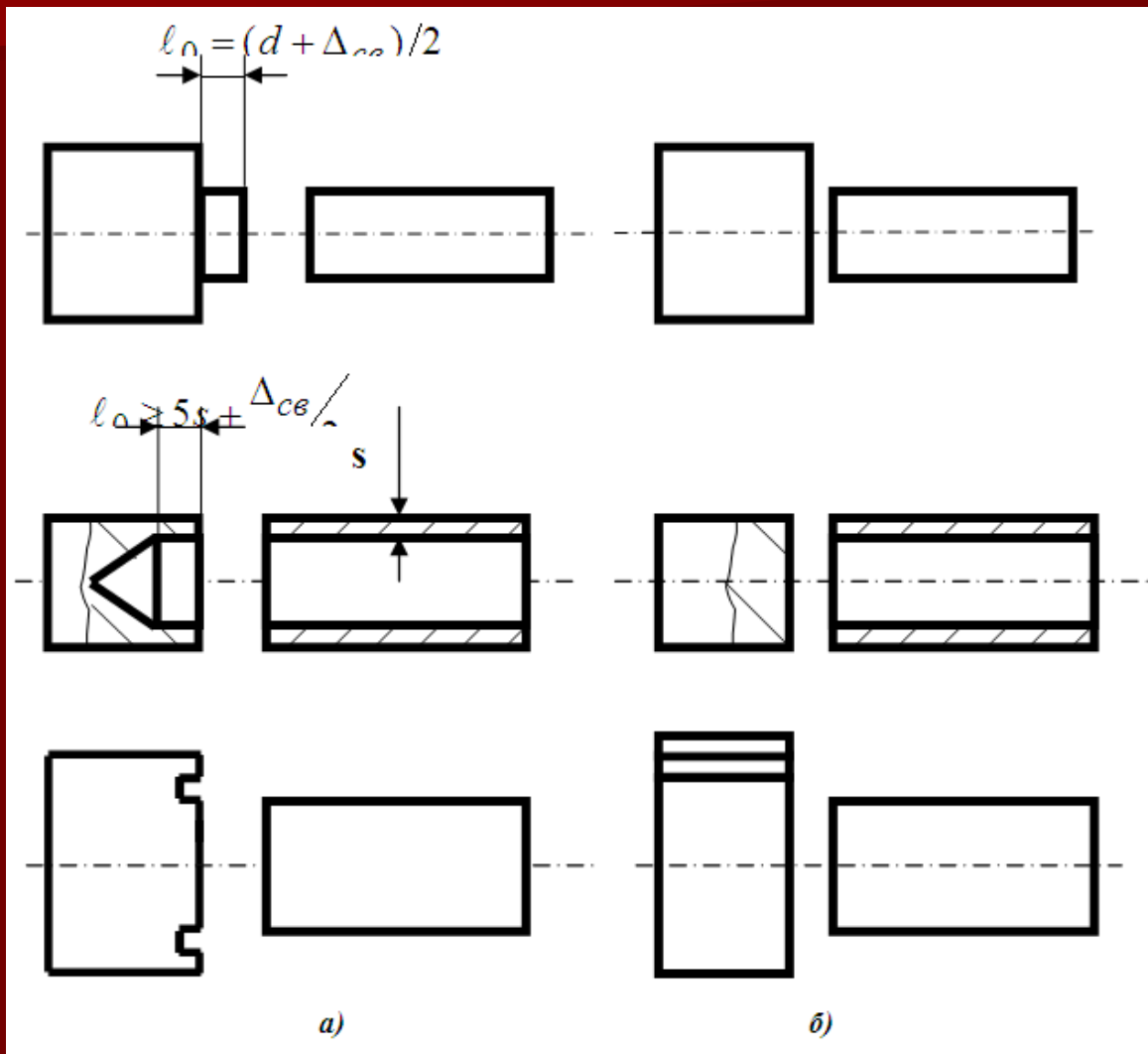


а – плоская поверхность (требует точной подготовки);

б – кольцевой выступ (обеспечивает локальное тепловыделение и ограничивает поступление воздуха к стыку);

в , **д** – конус или сфера (локализует нагрев)

Форма торцов деталей для сварки оплавлением



а – рациональная,

б – нерациональная

($\Delta_{св}$ – суммарное укорочение деталей при сварке)

Задание для самостоятельной работы

**ОСОБЕННОСТИ ТОЧЕЧНОЙ И
СТЫКОВОЙ СВАРКИ
РАЗЛИЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

Вопросы:

- Какова область применения стыковой сварки оплавлением?
- Какова цель подготовки поверхности деталей под точечную и шовную сварку?
- Требования ГОСТ 15878-79 к конструктивным элементам сварных соединений при контактной сварке?
- Что необходимо обеспечить при подготовке торцов деталей при стыковой сварке?

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!!!!