Тема 4. Соединения.

Лекция № 12. Неразъёмные соединения (НС)

Вопросы, изложенные в лекции:

1. Соединения, классификация.
2. Заклёпочные соединения.
3. Сварные соединения.
4. Паяные и клеевые соединения.

Учебная литература:

1. Иванов М.Н. Детали машин: Учеб. для вузов. - М.: Высшая школа, 1991. - 383 с.

2. Куклин Н.Г. и др. Детали машин: Учебник для техникумов / Н.Г. Куклин, Г.С. Куклина, В.К. Житков. – 5-е изд., перераб. и допол. – М.: Илекса, 1999.- 392 с.

6. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие. - М.: Высшая школа, 1991. - 432 с.

Определения:

Соединения *– неподвижные связи между элементами машин.*

Соединение деталей *– конструктивное обеспечение их контакта с целью кинематического и силового взаимодействия, либо для образования из них частей (деталей, сборочных единиц) механизмов, машин и приборов.*

Классификация соединений:

по возможности ***разборки*** *без разрушения* соединяемых деталей – *разъёмные и неразъёмные* соединения;

по возможности относительного *взаимного* ***перемещения*** соединяемых деталей – *подвижные и неподвижные* соединения;

по ***форме*** сопрягаемых (контактных) *поверхностей – плоское, цилиндрическое, коническое, сферическое, винтовое, профильное* соединения;

по технологическому ***методу образования*** – *сварное, паяное, клеёное (клеевое), клёпаное, прессовое, резьбовое, шпоночное, шлицевое, штифтовое, клиновое, профильное* соединения.

Заклёпочные соединения.

Определение:

Заклёпочное (клёпаное) *соединение - неразъёмное неподвижное соединение, образованное с применением специальных закладных деталей* ***заклёпок****, выполненных из высокопластичного материала*.

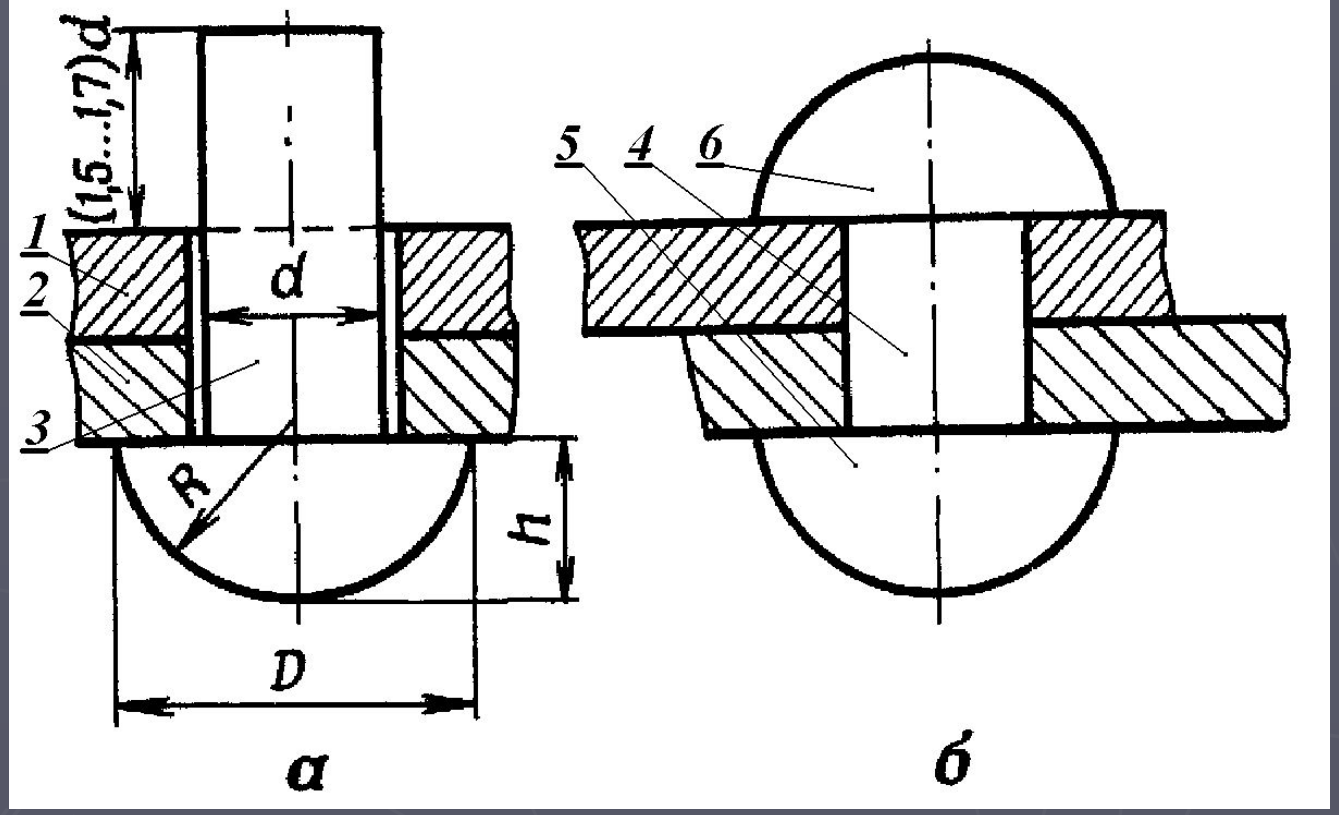

Рис. 12.1. Заклёпочное соединение:
а – в процессе сборки; ***б*** – в собранном виде

1, 2 – соединяемые детали;

3 – заклёпка;

4 – тело заклёпки;

5 – закладная головка;

6 -- замыкающая головка.

Определение:

Заклёпочный шов *– ряд заклёпок, соединяющих кромки двух или нескольких деталей.*

Классификация заклёпочных соединений :

1) по функциональному назначению –

прочные, предназначенные только для передачи нагрузки;

плотные, обеспечивающие герметичное разделение сред, и

прочно-плотные, способные выполнять обе названные функции;

2) по конструктивным признакам шва –

нахлёсточное соединение (рис. 12.2, а);

стыковое соединение, которое в свою очередь может быть выполнено

с одной (рис. 12.2, б) либо

с двумя (рис. 12.2, в) накладками;

3) по числу поверхностей среза, приходящихся на одну заклёпку, под действием рабочей нагрузки –

односрезные;

двухсрезные; и т.д.;

многосрезные;

4) по количеству заклёпочных рядов в шве –

однорядные;

двухрядные; и т.д.;

многорядные.

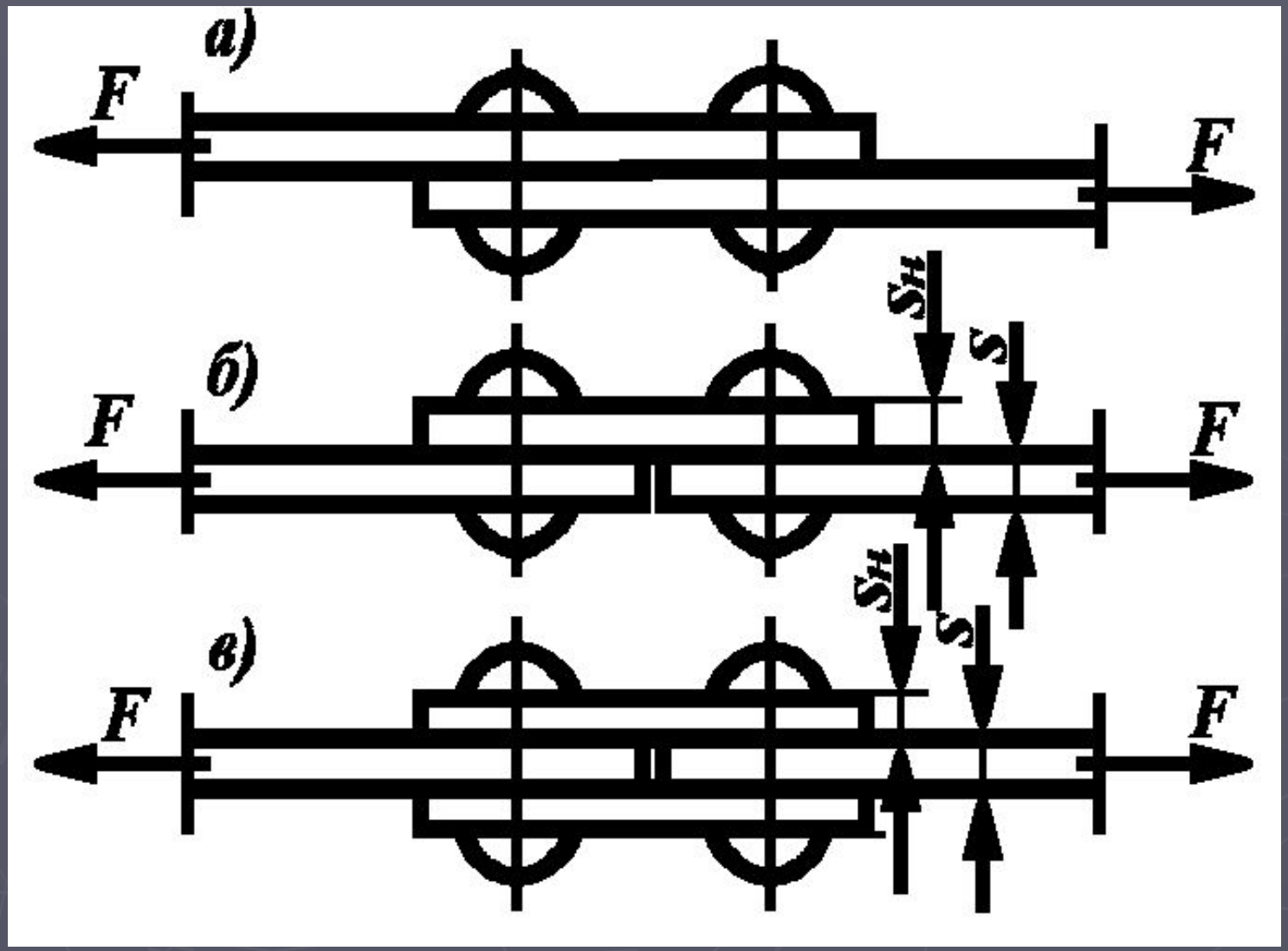

Рис. 12.2. Основные типы заклёпочных швов:
а **– нахлёсточный;** ***б*** **– стыковой с одной накладкой;**
в **– стыковой с двумя накладками.**

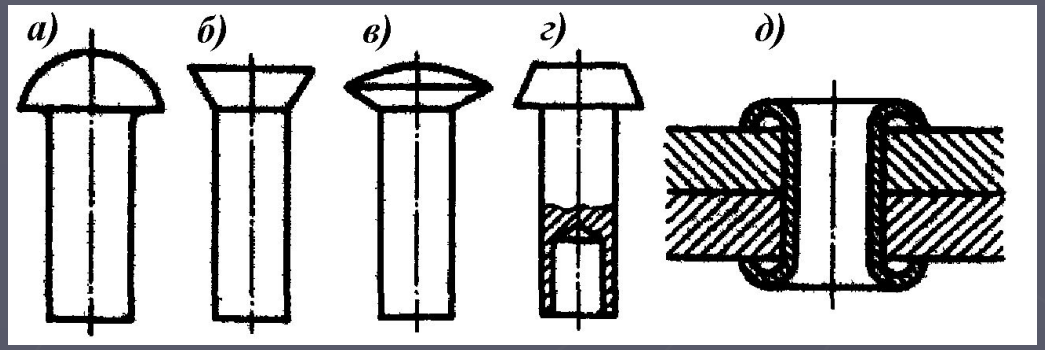

Рис. 12.3. Некоторые виды заклёпок : *а)* со сферической головкой; *б)* с потайной головкой; *в)* с полупотайной головкой; *г)* полупустотелая с цилиндрической головкой; *д)* пустотелая (пистон)

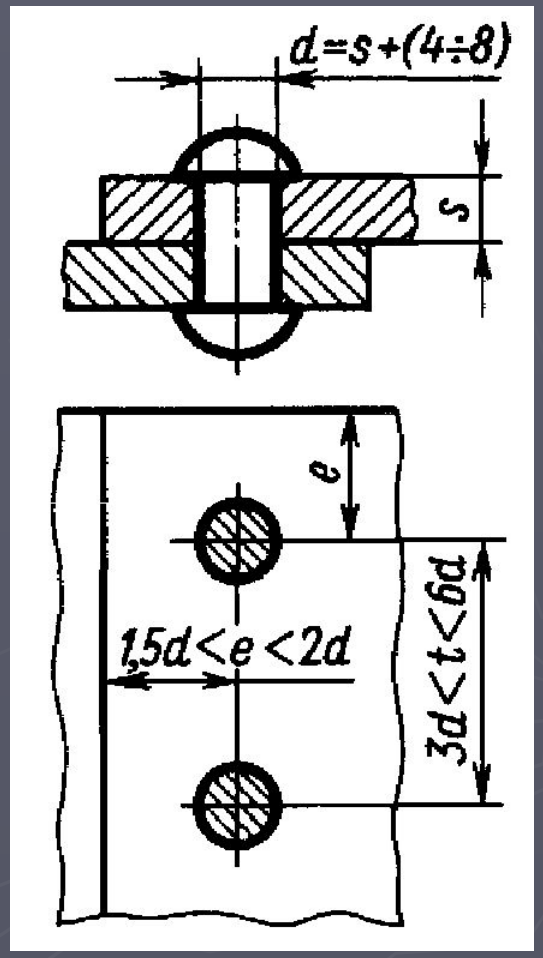

Рис. 12.4. Параметры заклёпочного соединения

Материалы для изготовления заклёпок

Требования к материалу заклёпки:

1) высокая пластичность и незакаливаемость при нагревании;

2) температурный коэффициент расширения, близкий таковому соединяемых деталей;

3) отсутствие гальванической пары с материалом соединяемых деталей.

Материалы:

1) стали малоуглеродистые – Ст0; сталь 10; сталь 20; сталь 10ГС и др.;

2) медь и её сплавы – медь 0; латуни (Л62 и др.):

3) алюминий и его сплавы (АД1, Д18П,ВАД23 и др.);

4) термопластичные пластмассы (полиамиды, этиленпласты и др.)

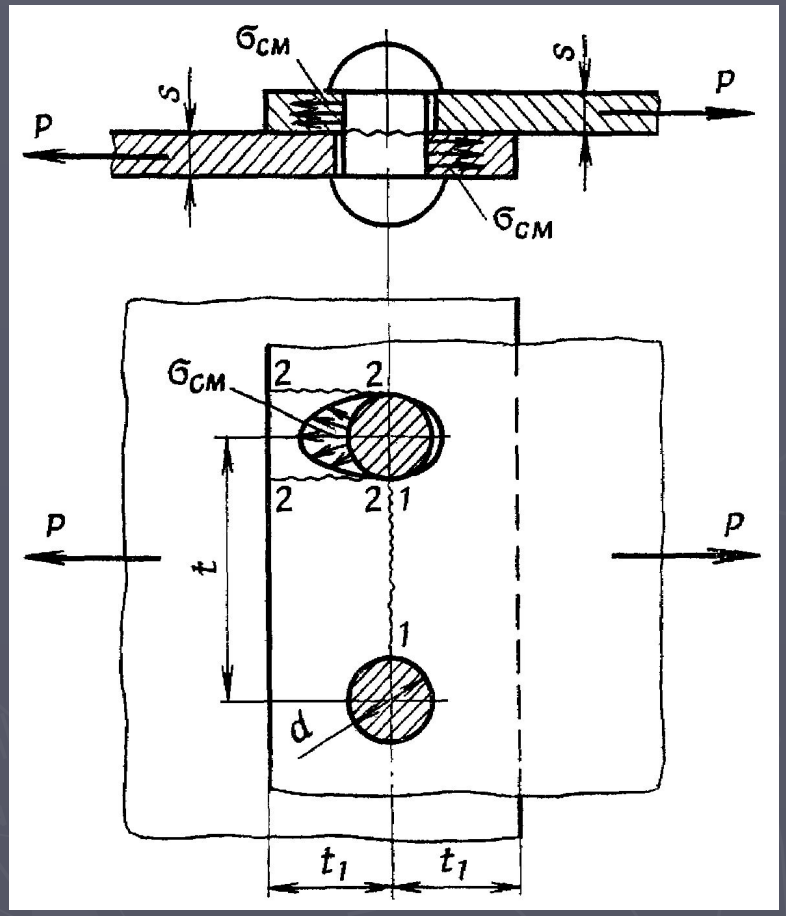

Рис. 12.5. Напряжения в заклёпочном шве

4 вида возможных разрушений заклёпочного шва:

1) ***срез*** заклёпки;
2) ***смятие*** заклёпки или соединяемых деталей;
3) ***срез*** соединяемых деталей;
4) ***обрыв*** соединяемых деталей по сечению, ослабленному отверстиями для установки заклепок;

Сварные соединения

Определение:

Сварные соединения *– неразъёмные соединения, образованные посредством установления межатомных связей между деталями при расплавлении соединяемых кромок, пластическом их деформировании или при совместном действии того и другого*.

Достоинства и недостатки сварных соединений

Достоинства :

1) высокая технологичность сварки, обусловливающая низкую стоимость сварного соединения;

2) снижение массы сварных деталей по сравнению с литыми и клёпаными на 25…30%;

3) возможность получения сварного шва, равнопрочного основному металлу (при правильном конструировании и изготовлении);

4) возможность получения деталей сложной формы из простых заготовок;

5) возможность получения герметичных соединений;

6) высокая ремонтопригодность сварных изделий.

Недостатки:

1) коробление (самопроизвольная деформация) изделий в процессе сварки и при старении;

2) возможность создания в процессе сварки сильных концентраторов напряжений;

3) сложность контроля качества сварных соединений без их разрушения;

4) сложность обеспечения высокой надежности при действии ударных и циклических, в том числе и вибрационных, нагрузок.

Некоторые разновидности технологических процессов получения сварных соединений

По наличию источника тепла: *холодная сварка*, *сварка с нагреванием*;

по применяемому источнику тепла: *газовая*, *электродуговая*, *электрошлаковая*, *контактная*, *электроннолучевая, лазернолучевая и др.;*

по наличию жидкого металла при образовании соединения: *сварка без расплавления* – кузнечная, контактная, прессовая, диффузионная и т.п., *сварка плавлением* – электродуговая, электрошлаковая, газовая и ряд других;

Электродуговая сварка плавлением

находит самое широкое применение в промышленности, строительстве и других областях производства, как с применением неплавящихся (уголь, вольфрам) электродов, так и плавящихся.

Электродуговую сварку *неплавящимся* электродом изобрел в конце XIX века (сварка угольным электродом предложена в 1882 г., патент в 1885 г.) **Николай Николаевич Бенардос** (1842–1905), а в 1888 усовершенствовал этот метод, применив *плавящийся* металлический электрод, **Николай Гаврилович Славянов** (1854–1897).

В настоящее время многие элементы сварного соединения, полученного электродуговой сваркой *стандартизованы.*

Определения:

Металл, затвердевший после расплавления и соединяющий сваренные детали соединения, называют ***сварочным швом.***

Формирование сварочного шва сопровождается частичным оплавлением поверхностей деталей, участвующих в образовании сварного соединения.

Поверхности свариваемых деталей, подвергающиеся частичному оплавлению при формировании сварочного шва и участвующие в образовании соединения, называются ***свариваемыми кромками***.

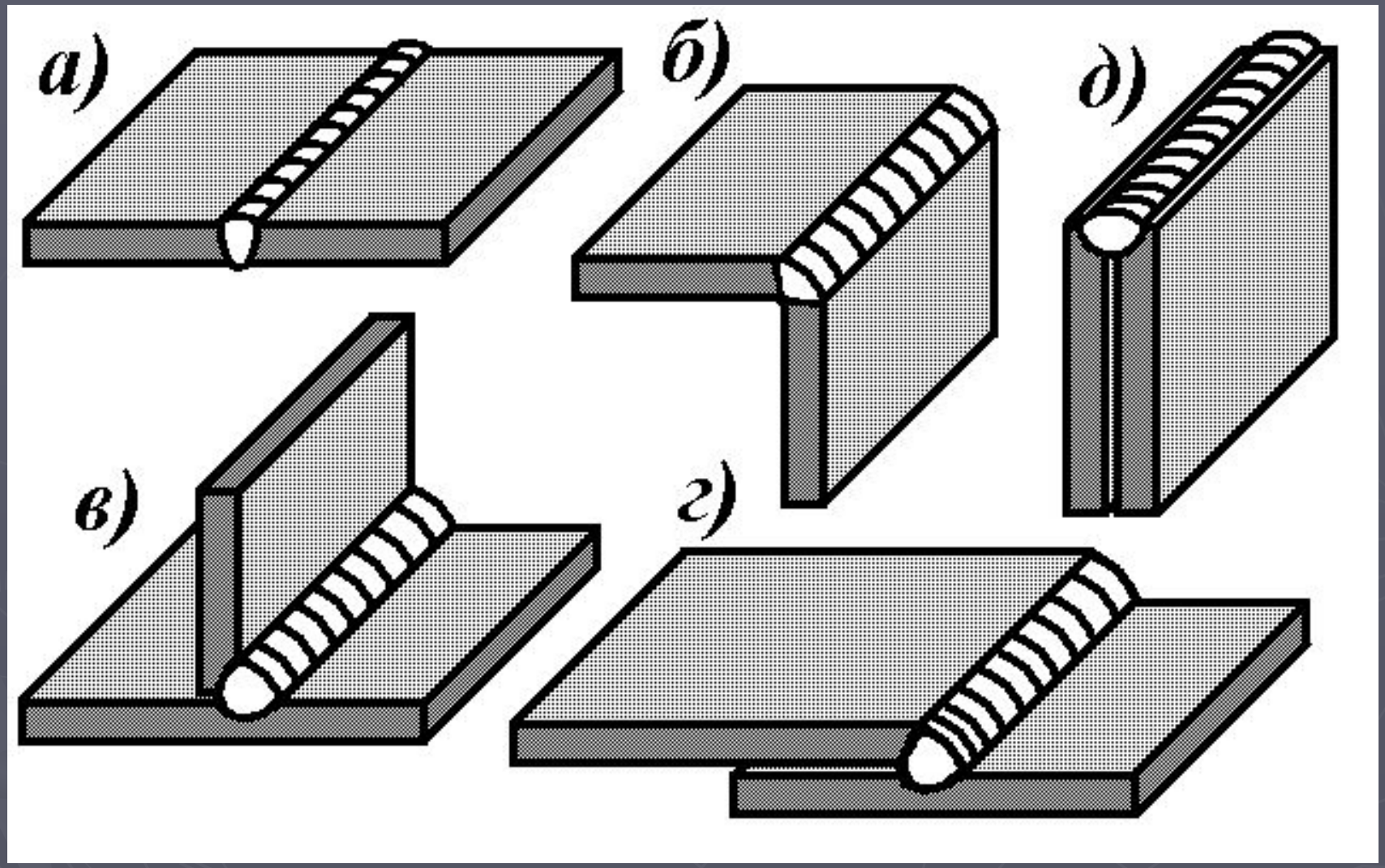

Рис. 12.6. Конструктивные типы сварных соединений: ***а)*** стыковое; ***б)*** угловое; ***в)*** тавровое; ***г)*** нахлёсточное; ***д)*** торцовое

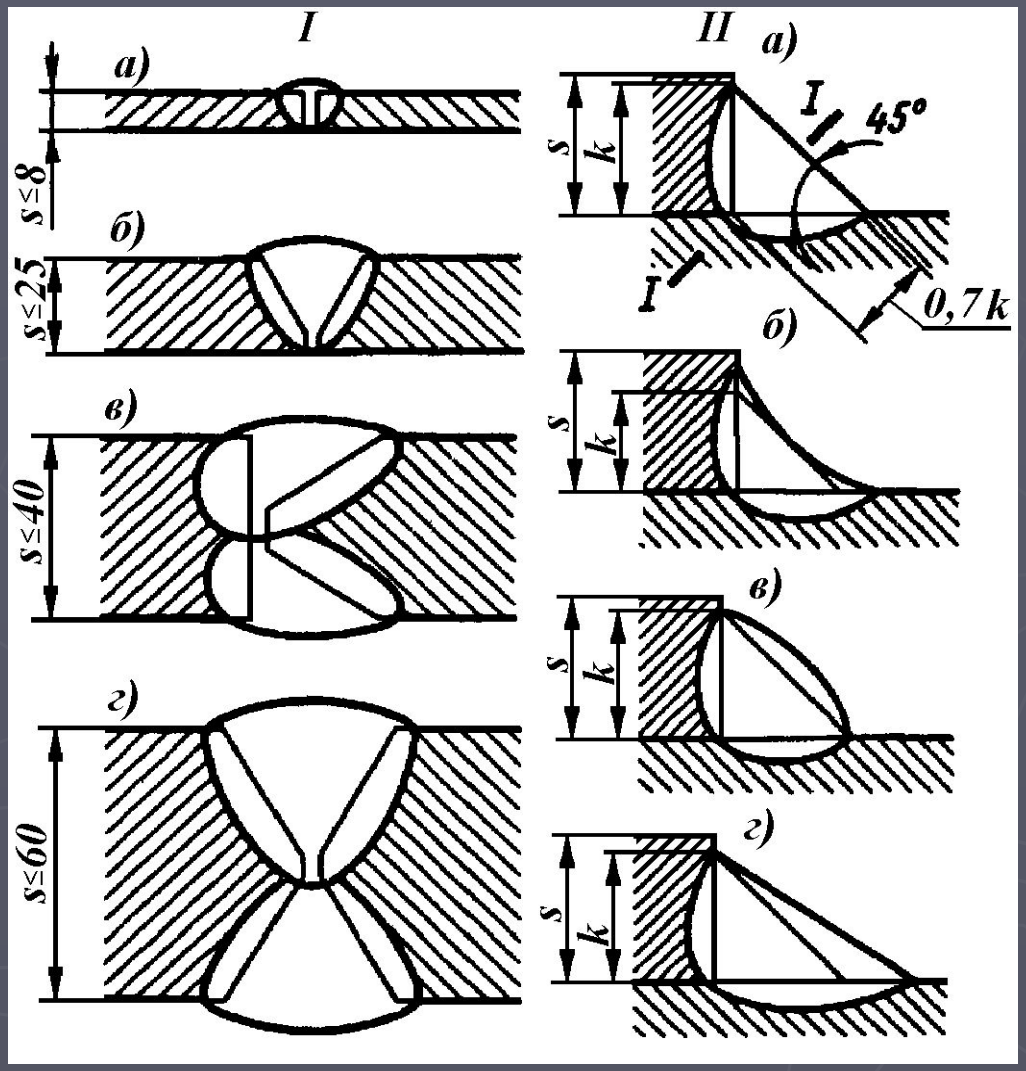

Рис. 12.7. Поперечное сечение сварочных швов :
I **–** стыковых **II –** угловых

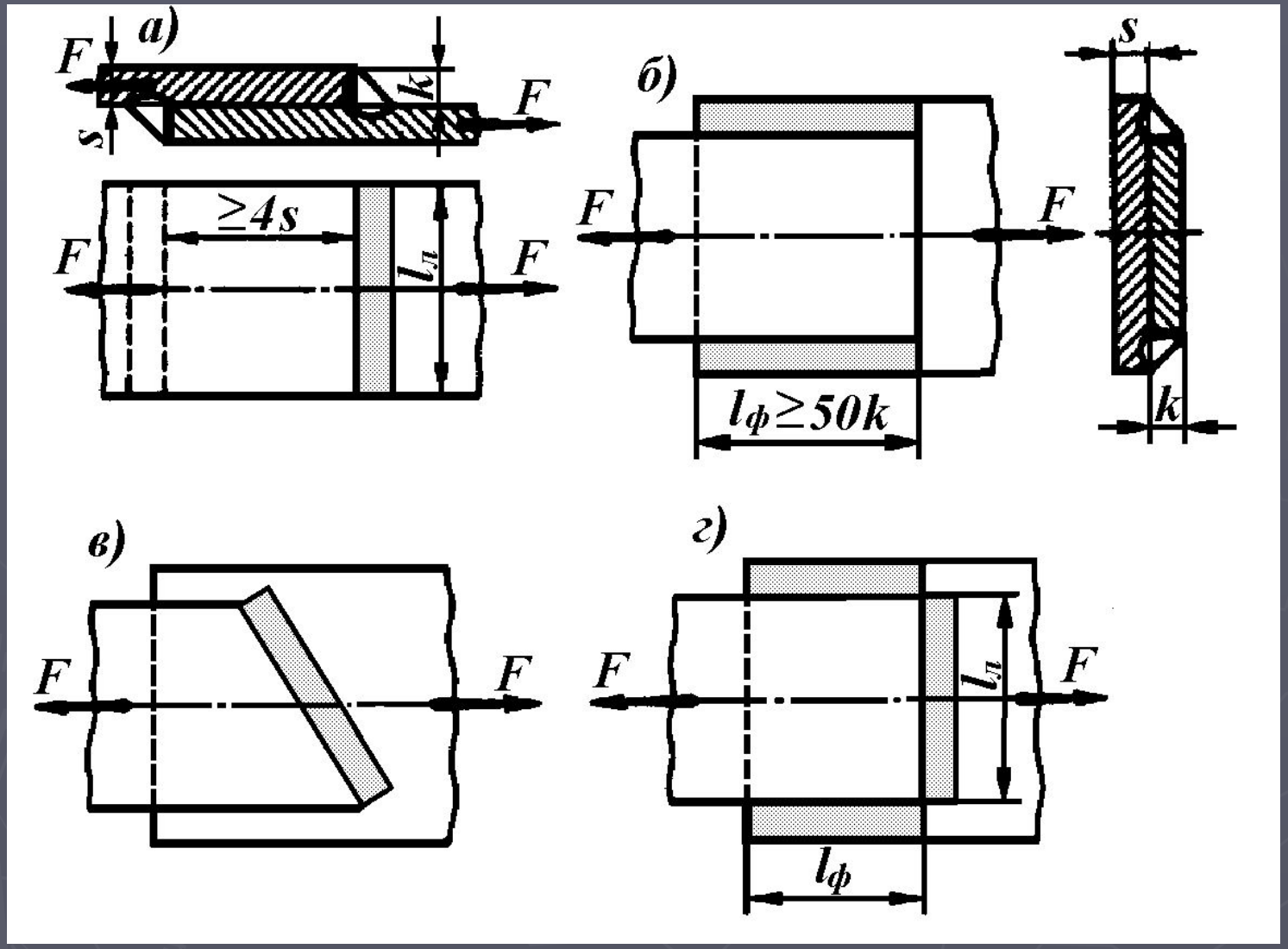

Рис. 12.8. Расположение сварочных швов по отношению к действующей нагрузке:
а) лобовой; ***б)*** фланговый; ***в)*** косой; ***г)*** комбинированный**.**

Напряжения растяжения в стыковом шве вычисляют так же, как и для основного металла:

$$\sigma_p = \frac{F}{l \cdot s} \leq [\sigma]'_p$$

где F – усилие, воспринимаемое сварочным швом; l –длина шва; s – толщина меньшего из свариваемых листов;

$[\sigma]'_p$ – допускаемые напряжения растяжения для металла шва;

$$[\sigma]'_P = (0{,}85 \ldots 1{,}0) \cdot [\sigma]_P$$

- допускаемые напряжения для свариваемого металла).

Угловые швы обычно рассчитываются на срез по опасному (наименьшему) сечению (сечение **I-I** на рис. 12.7, IIа). В этом случае касательные напряжения

$$\tau = \frac{\sqrt{2} \cdot F}{l \cdot k} \leq [\tau]'$$

где k – катет шва,

$$[\tau]' = (0{,}5 \ldots 0{,}65) \cdot [\sigma]'_P$$

– допускаемые касательные напряжения для металла шва.

Паяные и клеевые соединения.

Определение:

Паяные соединения *- соединения, образованные за счет химического или физического (адгезия, растворение, образование эвтектик) взаимодействия расплавляемого материала - припоя с соединяемыми кромками деталей*.

Отличием пайки является **отсутствие оплавления соединяемых поверхностей**.

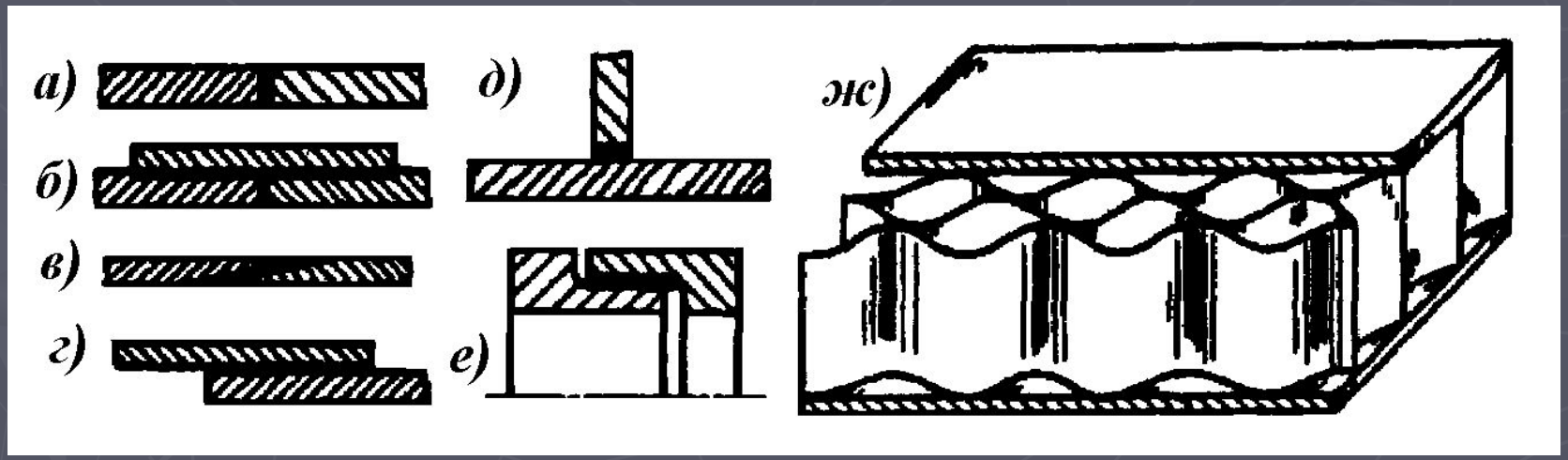

Рис. 12.9. Некоторые типы паяных соединений: *а)* − встык; *б)* − встык с накладкой; *в)* − в косой стык; *г)* − внахлёстку; *д)* − втавр; *е)* − телескопическое; *ж)* − сотовая конструкция.

Достоинства и недостатки паяных соединений

Достоинства паяных соединений:

1) возможность соединения разнородных материалов;

2) возможность соединения тонкостенных деталей;

3) возможность получения соединения в труднодоступных местах;

4) коррозионная стойкость;

5) малая концентрация напряжений вследствие пластичности припоя;

6) герметичность паяного шва.

Недостатки паяных соединений:

1) пониженная прочность шва в сравнении с основным металлом;

2) требования высокой точности обработки поверхностей, сборки и фиксации деталей под пайку.

Припои:

1) низкотемпературные (*$T_{пл}$ < 150...200 °С*) сплавы олова, свинца, висмута, кадмия, индия {(Олово - *$T_{пл}$ = 232°С*; свинец *$T_{пл}$ = 327°С,* эвтектика 61,9% Sn - *$T_{пл}$ = 183,3°С;* сплав Вуда = Bi - 50,0%, Pb -25,0%, Sn - 12,5%, *Cd* - 12,5%, *$T_{пл}$ = 68°С;* Bi - 49,4%, Pb - 18,0%, Sn -11,6%, Zn 21,0% *$T_{пл}$ = 58°С*)};

2) среднетемпературные или **мягкие** (*150...200 <$T_{пл}$ <350...400°С*) сплавы олова, свинца, сурьмы, цинка. {ПОС-90 (олово 90%, остальное свинец, Тпл = 222°С) – пайка посуды; ПОС-30 (Тпл =256° С) – третник – пайка радиоаппаратуры };

3) **высокотемпературные** или **твердые**

(350...400 < $T_{пл}$ <850... 1000°С) медь, цинк, серебро и их сплавы. {ПМЦ-48, (медь 48%, остальное цинк, Тпл = 865°С) – пайка медных сплавов, имеющих Тпл ≥ 920°С; ПСр-72 (серебро 72%, остальное медь, Тпл = 779°С) – пайка чёрных и цветных металлов, имеющих Тпл ≥ 800°С; ПСр-40 (серебро 40%, медь ~ 16,7%, цинк ~ 17,0%, кадмий ~ 26,0%, никель ~ 0,3% Тпл = 605°С) - пайка чёрных и цветных металлов, имеющих Тпл ≥ 650°С}.

Флюсы при пайке предназначены для защиты металла от окисления и удаления окисной пленки.

Флюсы бывают **твердые**, **жидкие** и **газообразные**.

Наиболее известные из них: для мягких припоев - канифоль, нашатырь (хлористый аммоний), раствор хлористого цинка; для твердых припоев - бура (натрий борнокислый), борная кислота, хлористые и фтористые соли металлов.

Клеевые соединения

Определение

Клеевые соединения *– соединения, образованные под действием адгезионных сил, возникающих при затвердевании или полимеризации клеевого слоя, наносимого на соединяемые поверхности*.

К**леи не являются металлами**.

Конструкционные клеи, склейка которыми способна выдерживать после затвердевания клея нагрузку на отрыв и сдвиг (клеи БФ, эпоксидные, циакрин и др.).

Неконструкционные клеи – соединения с применением которых не способны длительное время выдерживать нагрузки (клей 88Н, иногда резиновый и др.).

Большинство клеев требует выдержки клеевого соединения под нагрузкой до образования схватывания и последующей досушки в свободном состоянии. Некоторые клеи требуют нагрева для выпаривания растворителя и последующей полимеризации.

Клеевые соединения часто применяют в качестве контровочных для резьбовых соединений. Как правило, клеевые соединения лучше работают на сдвиг, чем на отрыв.

Расчет паянных и клеевых соединений ведется на сдвиг или на отрыв - в зависимости от их конструкции.

Спасибо за внимание!

Успехов в учебе!