

Лекция 6

ЗАКЛЁПОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ И РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ

План лекции:

1. Конструкция технология, классификация, области применение заклепочных соединений.
2. Расчет на прочность заклепочных швов.
3. Материалы заклепок, определение допустимых напряжений.

1. Конструкция технология, классификация, области применение заклепочных соединений

Заклепочное соединение неразъемное

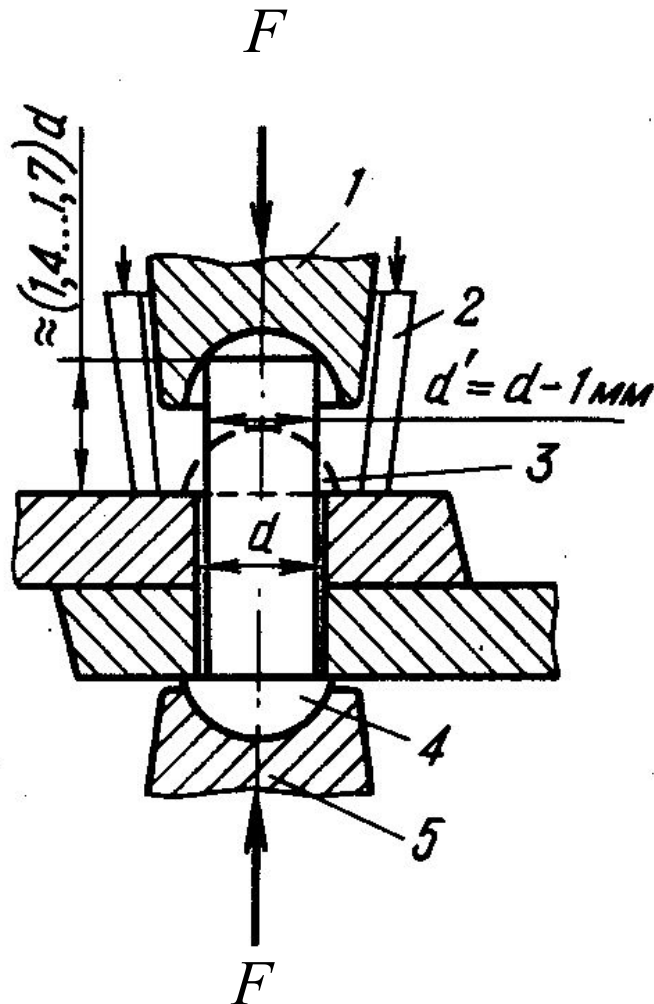


Рис. 2.1

В большинстве случаев его применяют для соединения листов и фасонных прокатных профилей. Соединение образуют расклепыванием стержня заклепки, вставленной в отверстие деталей (рис. 2.1, где 1 – обжимка; 2 – прижим при машинной клепке; 3 – замыкающая головка; 4 – закладная головка; 5 – поддержка)

При расклепывании вследствие **пластических деформаций** образуется замыкающая головка, а стержень заклепки **заполняет зазор в отверстии.**

Силы, вызванные упругими деформациями деталей и стержня заклепки, стягивают детали.

Относительному сдвигу деталей оказывают сопротивление стержни заклепок и частично силы трения в стыке.

Отверстия в деталях **продавливают** или **сверлят**. **Сверление менее производительно**, но обеспечивает **повышенную прочность.**

При продавливании листы деформируются, по краям отверстия появляются **мелкие трещины**, а на выходной стороне отверстия образуется **острая кромка**, которая может вызвать подрез стержня заклепки. Поэтому продавливание иногда сочетают с **последующим рассверливанием**.

Клепку (**осаживание стержня**) можно производить **вручную** или **машинным** (**пневматическими молотками, прессами и т. п.**) способом.

Машинная клепка дает соединения повышенного качества, так как она **обеспечивает однородность посадки заклепок** и увеличивает силы сжатия деталей. **Стальные заклепки малого диаметра (до 10 мм) и заклепки из цветных металлов ставят без нагрева - холодная клепка.**

Стальные заклепки диаметром **больше 10 мм ставят горячим способом - горячая клепка.**

Нагрев заклепок перед постановкой облегчает **процесс клепки** и **повышает качество соединения** (достигаются лучшее заполнение отверстия и повышенный натяг в стыке деталей, связанный с тепловыми деформациями при остывании).

В зависимости от конструкции соединения применяют **различные типы** заклепок, **геометрические размеры которых стандартизованы.**

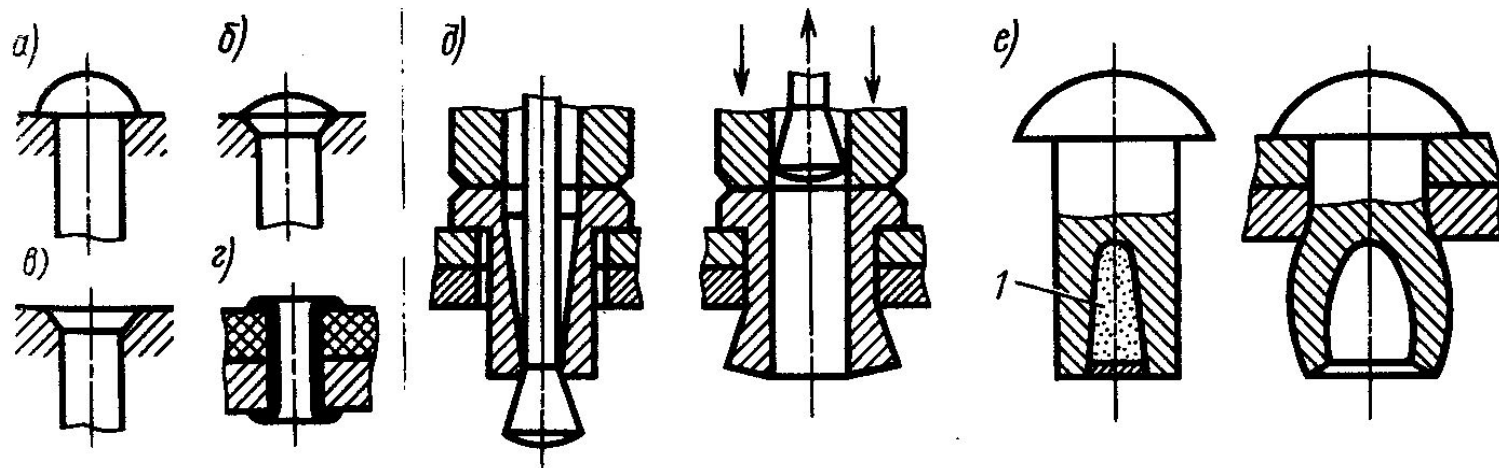


Рис. 2.2

Основные типы заклепок изображены на **рис. 2.2.**

a — с полукруглой головкой;

б — полупотайная;

в — потайная;

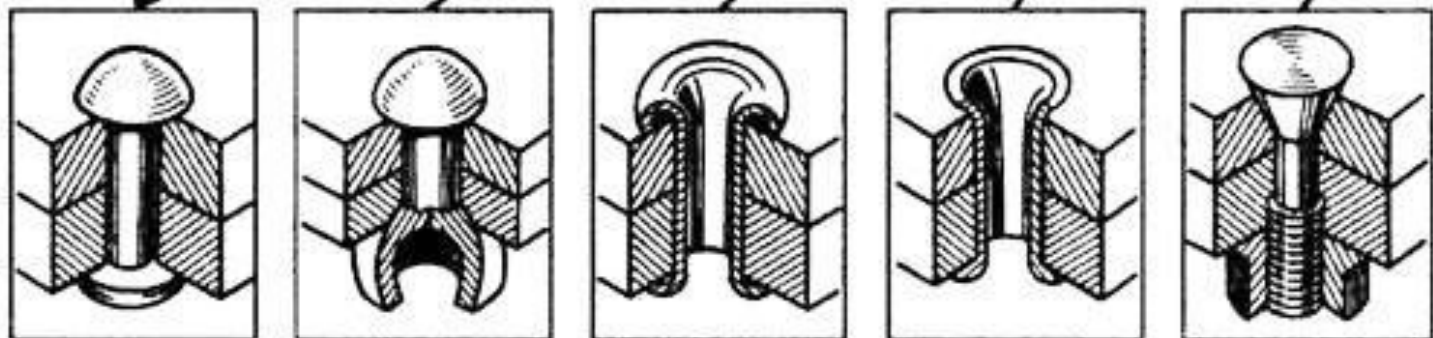
г — трубчатая.

Если нет доступа к замыкающей головке (например, пустотелое крыло самолета), то применяют заклепки для односторонней клепки. Например, на **рис. 2.2, д** замыкающая головка образуется при протягивании конической оправки через коническое отверстие заклепки и на **рис. 2.2, е** – взрывом заряда *1*.

По назначению заклепочные соединения разделяют на **прочные** (в металлоконструкциях); **прочноплотные** (в котлах и резервуарах с высоким давлением); **плотные** (в резервуарах с небольшим внутренним давлением).

ЗАКЛЕПКИ

до соединения



Каждая заклепка имеет свою зону действия D (рис. 2.3), на которую распространяются деформации **сжатия в стыке деталей**.

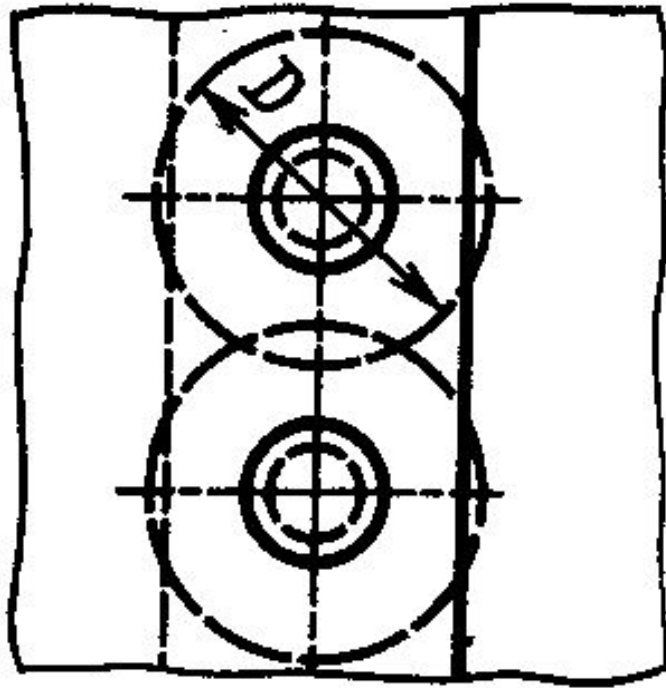
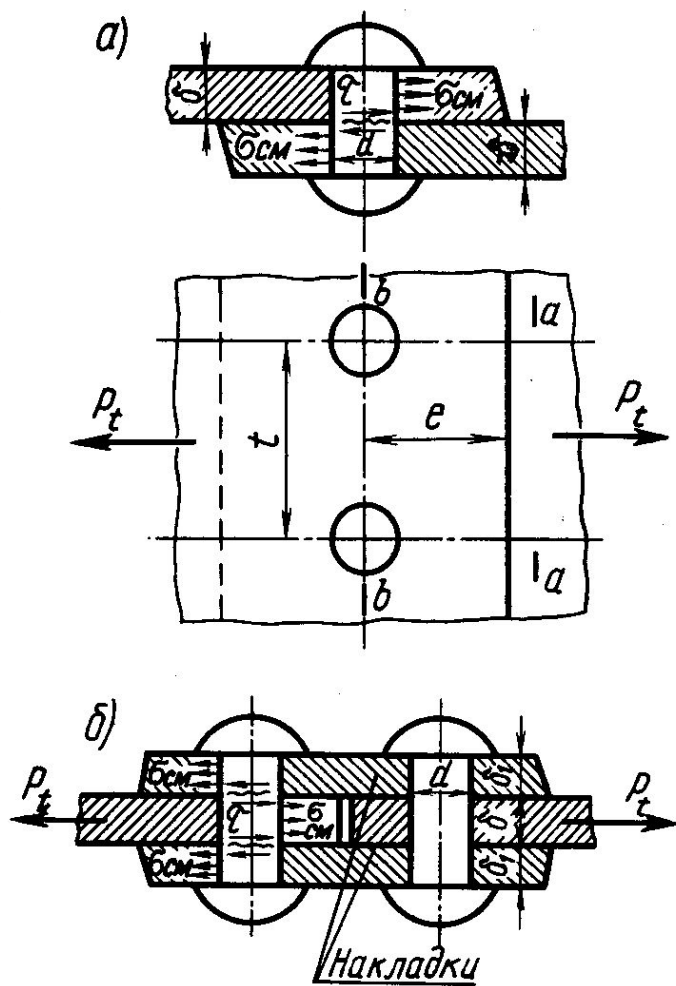


Рис. 2.3

Если зоны действия соседних заклепок пересекаются, то соединение **будет плотным**.

Для обеспечения плотности шва иногда выполняют чеканку (пластическое деформирование листов, например, пневматическими молотками) вокруг заклепок и по кромкам листов.

По конструктивному признаку различают заклепочные соединения **внахлестку** и **встык**, **однорядные** и **многорядные**, **односрезные** и **многосрезные**.




На рис. 2.4:

a — однорядный односрезный шов **внахлестку**;

б — однорядный двухсрезный шов **встык** с двумя накладками.

Рис. 2.4



Заклепочные соединения применяют для деталей, материал которых плохо сваривается, и в тех конструкциях, где важно растянуть во времени развитие процесса разрушения.

Например, разрушение одной или нескольких из тысяч заклепок крыла самолета еще не приводит к его разрушению, но уже может быть обнаружено и устранено при контроле и ремонте.

В сварных соединениях образование трещин сопровождается **высокой концентрацией напряжений**, что приводит к **ускорению процесса разрушения**.

2.2. Расчет на прочность элементов заклепочного шва

Условия нагружения заклепок подобны условиям нагружения болтов, поставленных без зазора (**ср. рис. 2.4 и 1.21**). Поэтому для заклепок остаются справедливыми расчетные формулы **(1.21) и (1.22)**, которые определяют прочность по напряжениям среза τ и смятия $\sigma_{см}$.

При расчетах заклепочных соединений, нагруженных силой в плоскости стыка, допускают, что нагрузка распространяется равномерно между всеми заклепками шва, силы трения в стыке не учитывают.

На основные размеры заклепочных соединений выработаны нормы, которые рекомендуют выбирать d , t , e и δ_1 зависимости от толщины листов δ или размеров прокатного профиля. При этом расчет приобретает проверочный характер.

Ниже рассмотрены некоторые особенности конструкции и расчета заклепочных соединений. В соединениях широких листов (рис. 2.4) за расчетную нагрузку принимают силу F_t действующую на фронте одного шага t . При этом значение F_t обычно определяют по напряжениям растяжения σ' в сечении листа $a - a$, не ослабленном отверстиями под заклепки. Напряжение σ' полагают известным из основных расчетов конструкции (расчет прочности стенок котла, резервуара и т. п.):

$$F_t = \sigma' t \delta$$

Прочность листа в сечении $b - b$

$$\sigma = F_t / [(t - d) \delta] \leq [\sigma]$$

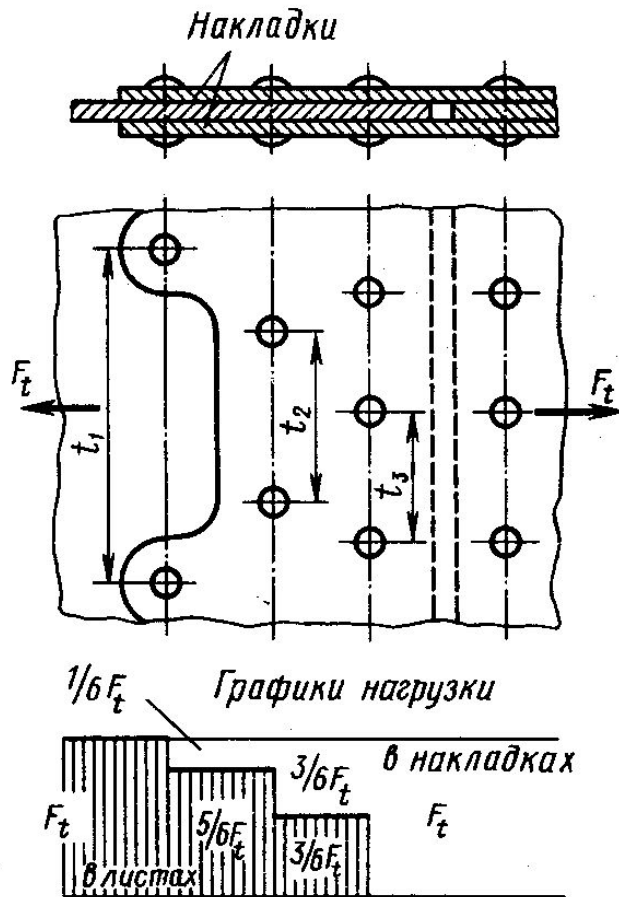
Отношение

$$\sigma' / \sigma = (t - d) / t = \varphi$$

называют коэффициентом прочности заклепочного шва.

Значение φ показывает, как уменьшается прочность листов при соединении заклепками. Например, для однорядного односрезного шва (рис. 2.4,а) при стандартных размерах $\varphi = 0,65$, т. е. образование заклепочного соединения уменьшает прочность листов на 35%.

Понижение прочности деталей – одна из главных отрицательных характеристик заклепочного соединения. Для увеличения значений φ применяют многорядные и многосрезные швы (см. рис. 2.4, б и 2.5).



На рис. 2.5 изображена конструкция прочноплотного трехрядного шва с переменным шагом заклепок в рядах (правая половина шва симметрична и на рисунке изображена частично).

Рис.2.5

В этом шве на фронте основного шва t_1 расположено шесть заклепок. Каждая заклепка передает нагрузку, равную $(1/6)F_t$. В соответствии с этим на рис. 2.5 даны эпюры продольных сил, возникающих в различных сечениях листов и накладок. Сечение листа по первому ряду заклепок нагружено полной силой F_t . Для того чтобы немного ослабить это сечение, в нем поставлена только одна заклепка (две половины заклепки). Сечение по второму ряду нагружено меньшей силой и, соблюдая условия равнопрочностей, в нем можно поставить большее число заклепок и т. д. Малая нагрузка на каждую заклепку, а также две плоскости среза заклепки позволяют значительно уменьшить ее диаметр.

Уменьшение диаметра приводит к увеличению коэффициента прочности шва [см. формулу (2.1)], например для рассматриваемого шва $\varphi \approx 0,9$. Однако стремление получить высокое значение φ приводит к сложной и дорогой конструкции соединения.

На рис. 2.6 изображена конструкция клепаного узла фермы, которая может служить примером прочного соединения. При разработке конструкции такого соединения учитывают условия, перечисленные ниже.

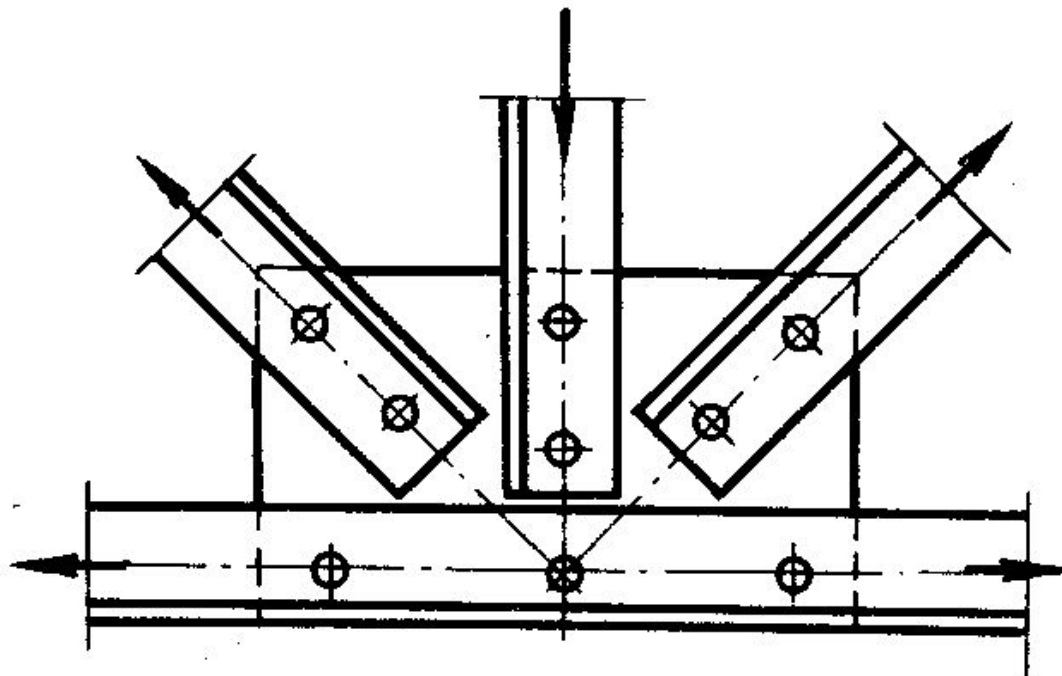


Рис. 2.6

1. Стержни (**уголки или другие профили**) следует располагать так, чтобы расчетные линии действия сил, проходящие через центры тяжести сечений стержней, пересекались в одной точке. В противном случае в соединении **кроме сил** появляются **моменты**.

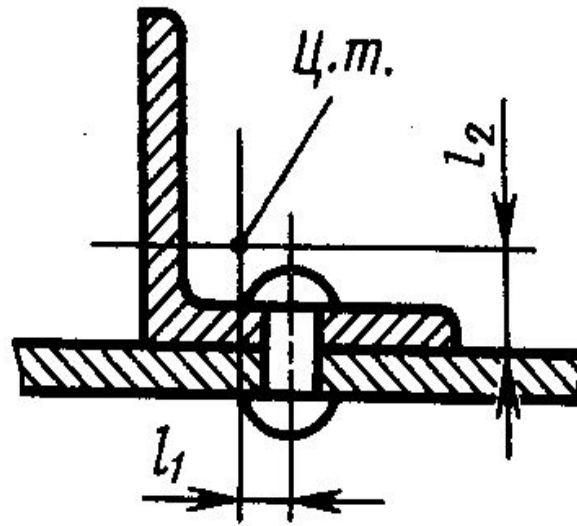


Рис. 2.7

2. Число заклепок для каждого уголка должно быть не менее двух (иначе будет шарнир).

3. Заклепки следует размещать возможно ближе к оси, проходящей через центр тяжести сечения стержня (например, уголка; рис. 2.7).

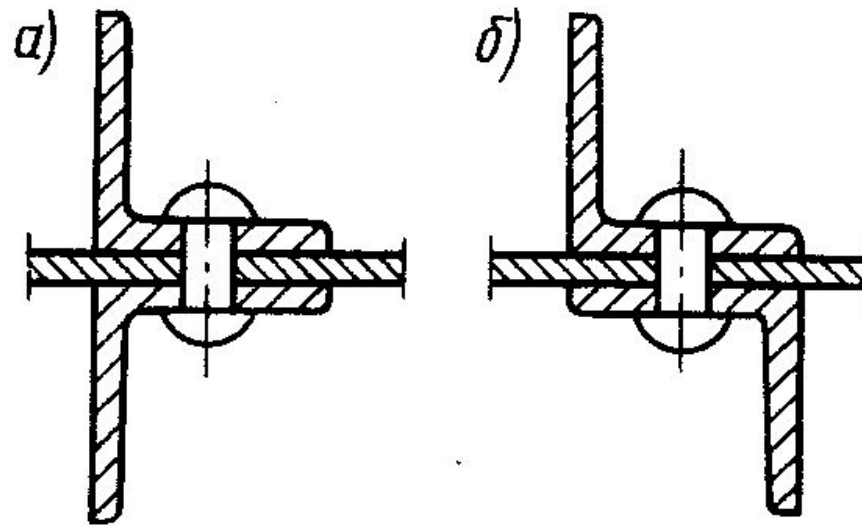


Рис. 2.8

При смещении заклепки от этой оси в соединении возникают моменты, равные Fl_1 и Fl_2 . Устранить влияние этих моментов можно применением симметричных стержней (рис. 2.8). В соединении, показанном на рис. 2.8, а, устранен момент Fl_2 , а в соединении на рис. 2.8, б, устранены оба момента.

2.3. Материалы заклепок и допускаемые напряжения

Заклепки изготавливают из стали, меди, латуни, алюминия и других металлов. Материал заклепок должен обладать пластичностью и не принимать закалки. Высокая пластичность материала облегчает клепку и способствует равномерному распределению нагрузки по заклепкам. При выборе материала для заклепок необходимо стремиться к тому, чтобы температурные коэффициенты линейного расширения заклепок и соединяемых деталей были равными или близкими.

В противном случае при колебаниях температуры в соединении появляются температурные напряжения.

Особую опасность представляет **сочетание** **разно-**
родных материалов, которые способны **образовывать**
гальванические пары. Гальванические токи быстро разру-
шают соединение.

Такое явление наблюдается в химической промышлен-
ности и судостроении. Поэтому для скрепления алюми-
ниевых деталей применяют алюминиевые заклепки, для
медных – медные.

Допускаемые напряжения для заклепок (**табл. 2.1**)
зависят в основном от характера обработки отверстия
(**продавленные или сверленные**) и характера внешней
нагрузки (**статическая, динамическая**).

Таблица 2.1

Вид напряжений	Обработка отверстия	Допускаемые напряжения, МПа	
		Ст0 и Ст2	Ст3
Срез $[\tau]$	Сверление	140	140
Срез $[\tau]$	Продавливание	100	100
Смятие $[\sigma_{см}]$	Сверление	280	320
Смятие $[\sigma_{см}]$	Продавливание	240	280