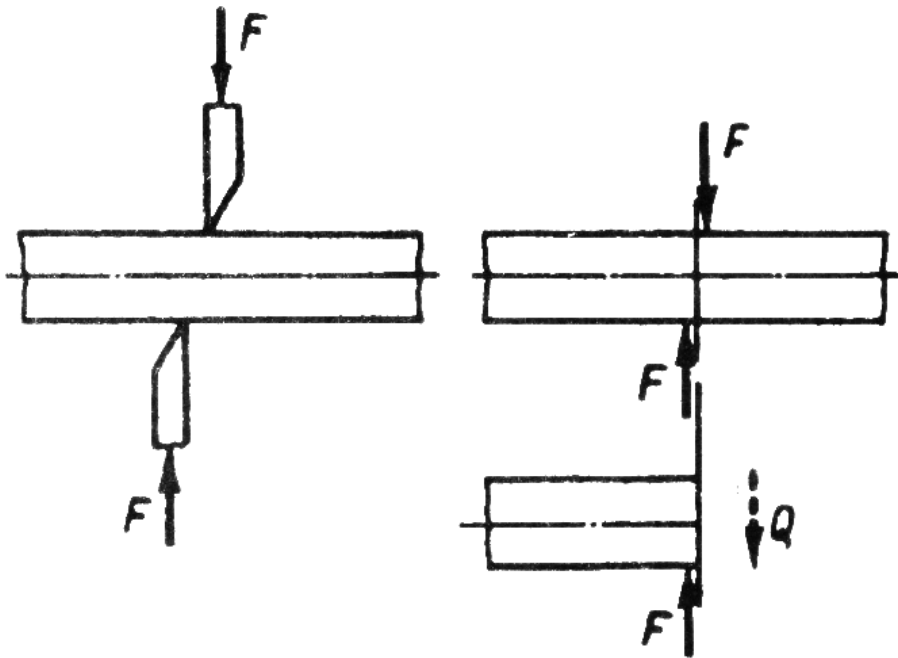




Срез и смятие



1. **СДВИГ** – это такой вид деформации, при котором в поперечном сечении бруса возникает только поперечная сила. Сдвиг доведенный до разрушения называется **СРЕЗОМ**.



- **Поперечная сила** – это внутренняя касательная сила в сечении при сдвиге, она равна сумме внешних сил, лежащих по одну сторону от сечения.

$$Q_{iy} = \sum F_{iy}$$

При сдвиге (срезе) в сечении возникают только касательные напряжения

- ***Касательные напряжения сдвига (среза) пропорциональны поперечной силе и обратно пропорциональны площади сечения, по которому происходит сдвиг (срез).***

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{Q_y}{A_{\text{ср}}}$$

Виды расчетов на прочность при сдвиге (срезе)

- Проверочный расчет – проверяем прочность сечения:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{Q_y}{A_{\text{ср}}} \leq [\tau_{\text{ср}}]$$

- Проектный расчет – определяем размеры опасного сечения

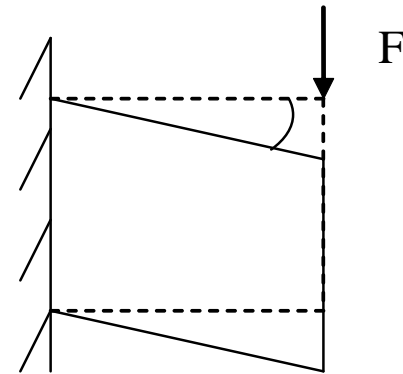
$$A_{\text{ср}} \geq \frac{Q_y}{[\tau_{\text{ср}}]}$$

- Определение допустимой нагрузки – определяем нагрузку, которую выдержит сечение

$$[Q_y] \leq A_{\text{ср}} \cdot [\tau_{\text{ср}}]$$

Закон Гука для сдвига (среза)

- *Касательное напряжение прямо пропорционально величине относительного сдвига, но только при упругой деформации.*



$$\tau = \gamma \cdot G$$

- G – модуль сдвига (для стали 80000 МПа)
- γ - относительный сдвиг (угол сдвига)

Смятие – это деформация, при которой детали передают большую сжимающую нагрузку при малой площади контакта.

- При смятии возникают **нормальные напряжения**, которые пропорциональны сжимающей силе и обратнопропорциональны площади смятия.

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{F}{A_{\text{см}}} \text{ (МПа)}$$

Виды расчетов на прочность при СМЯТИИ

- Проверочный расчет

$$\sigma_{\text{СМ}} = \frac{F}{A_{\text{СМ}}} \leq [\sigma_{\text{СМ}}]$$

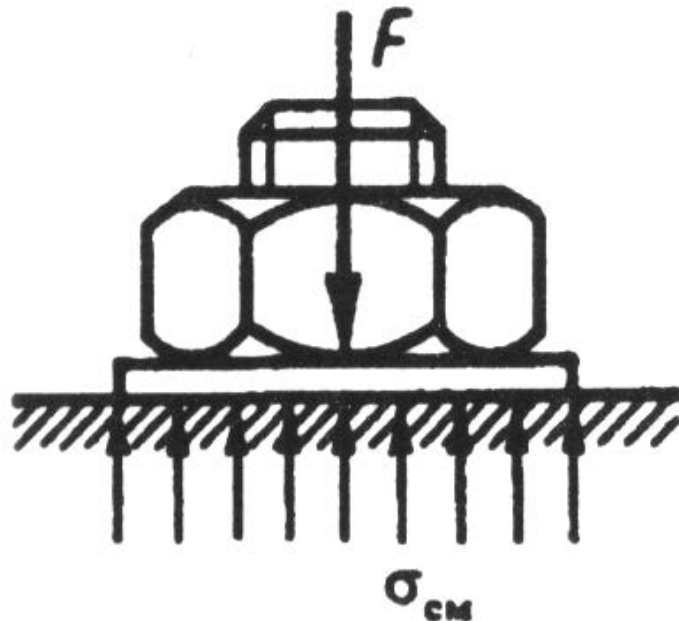
- Проектный расчет

$$A_{\text{СМ}} \geq \frac{F}{[\sigma_{\text{СМ}}]}$$

- Определение допускаемой нагрузки

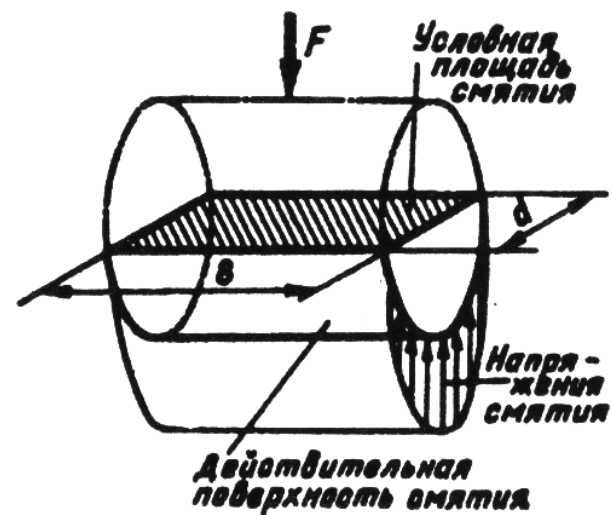
$$[F] \leq [\sigma_{\text{СМ}}] \cdot A_{\text{СМ}}$$

На срез и смятие деформируются все соединительные детали машин и конструкций (болты, заклепки, шпонки, штифты)



- Чтобы не произошло **смятие** под головку болта подкладывают шайбу для увеличения площади контакта.

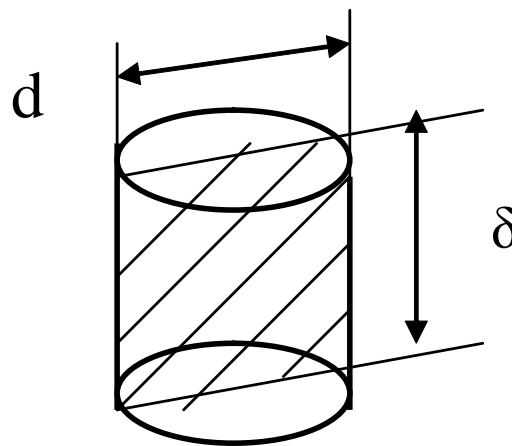
При контакте двух цилиндрических поверхностей для упрощения **площадь смятия** считают как произведение диаметра сечения соединительной детали на его высоту.



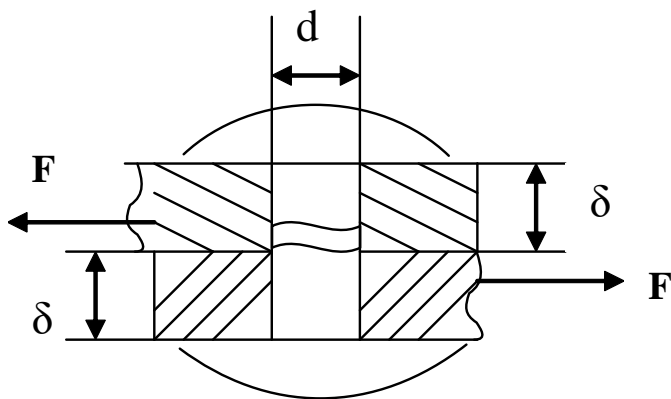
$$A_{\text{см}} = d \cdot \delta$$

d - диаметр соединительной детали

δ - толщина соединяемых деталей



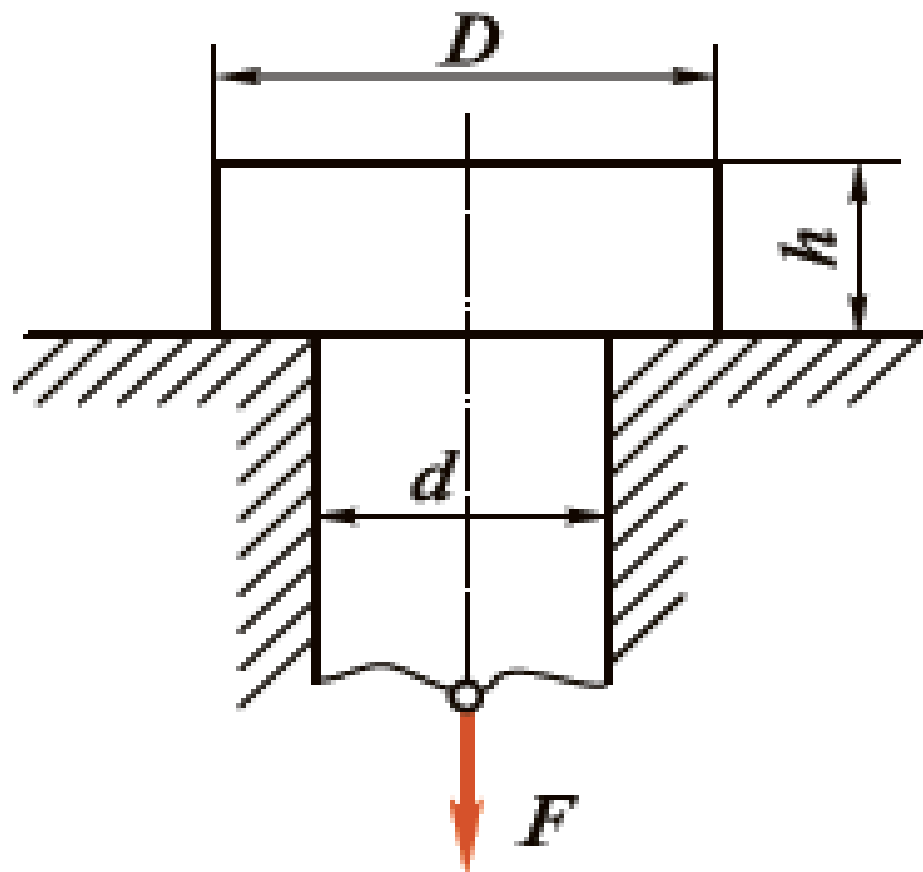
При срезе заклепки или болта площадь среза определяется, как площадь круга, диаметр которого равен диаметру заклепки.

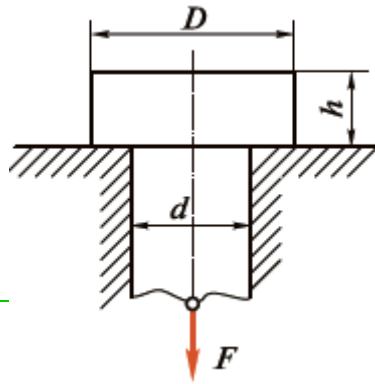


$$A_{\text{ср}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

d — диаметр соединительной детали

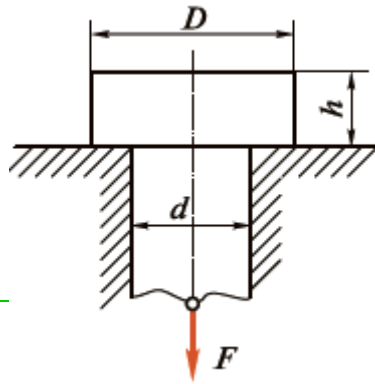
Выполнить проверочный расчет на смятие и срез в головке стержня, растягиваемого силой $F = 100$ кН. Дано: $D = 32$ мм, $d = 20$ мм, $h = 12$ мм. Для материала стержня $[\sigma_{см}] = 250$ МПа, $[\tau_{ср}] = 150$ МПа.





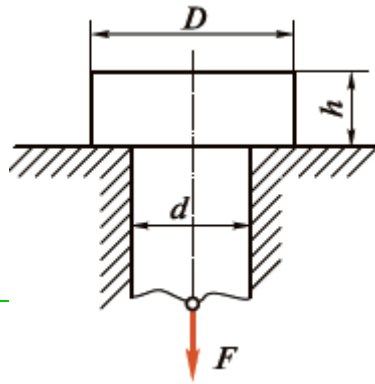
Определим площадь смятия $A_{\text{см}}$ и площадь среза $A_{\text{ср}}$ головки. Площадь опорной поверхности головки, работающей на смятие, равна:

$$A_{\text{см}} = \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} = \frac{3,14(32^2 - 20^2) \cdot 10^{-6}}{4} = 490 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$



Площадь среза равна площади боковой поверхности цилиндра диаметром d и высотой h :

$$A_{\text{ср}} = \pi d h = 3,14 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 754 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$



Определим напряжения смятия и среза головки:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{F}{A_{\text{см}}} = \frac{100 \cdot 10^3}{490 \cdot 10^{-6}} = 204 \cdot 10^6 \text{ Па} = 204 \text{ МПа};$$

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{F}{A_{\text{ср}}} = \frac{100 \cdot 10^3}{754 \cdot 10^{-6}} = 133 \cdot 10^6 \text{ Па} = 133 \text{ МПа}.$$

Вывод:

Прочность при срезе и смятии обеспечивается.