

Лабораторная работа №3

Тема: «Испытание материалов на срез»

Цель работы: определение предела прочности различных материалов (сталь, алюминий) при срезе ($\tau_{ср}$) и напряжений смятия ($\sigma_{см}$).

Теоретическая часть:

В инженерной практике встречаются такие виды нагружения элементов конструкций, когда решающее значение для прочности имеют касательные напряжения. В этом случае расчеты на прочность ведут по допускаемым касательным напряжениям $[\tau]$. Их называют расчетами на сдвиг или срез. Простейшими примерами элементов конструкций, работающих на срез, являются заклепочные (рисунок 1), а также болтовые соединения, сварные швы, шпонки, шлицы и т.п.

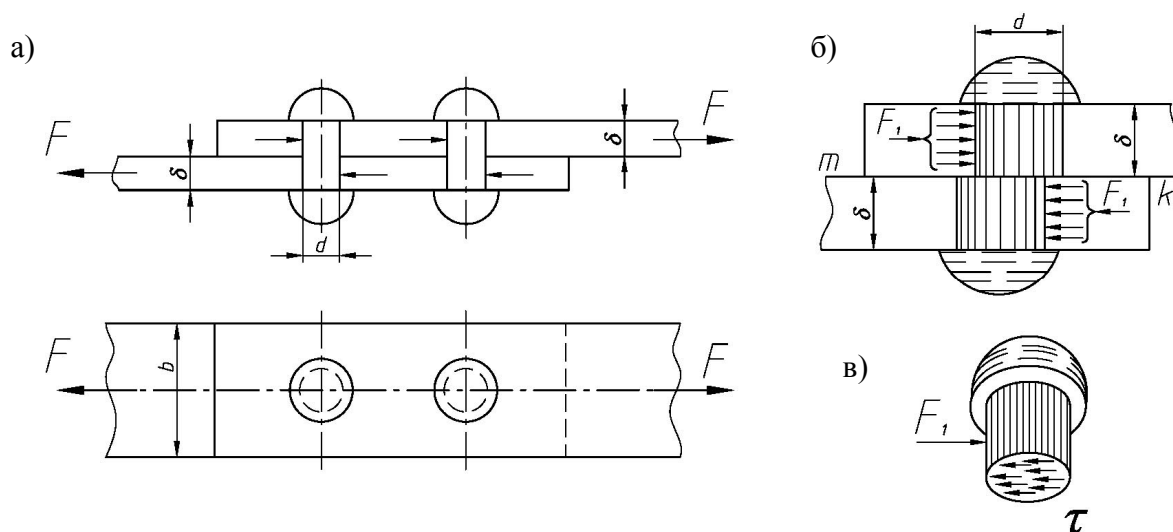


Рисунок 1. Схема односрезного заклепочного соединения.

Методика расчета элементов, работающих на срез, основана на теории чистого сдвига. *Чистым сдвигом* называется такое напряженное состояние, при котором в поперечном сечении стержня возникают только касательные напряжения.

					Лабораторная работа №3		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванов П.П.			Испытание материалов на срез	Лит.	Лист
Провер.		Чаус В.П.					1
Реценз.							5
Н. Контр.						ГГТУ им. П.О. Сухого, гр. С-21	
Утверд.							

Величину допускаемых касательных напряжений $[\tau]$ обычно выбирают в зависимости от допускаемых нормальных напряжений $[\sigma]$. Так, например, для конструкционной стали принимают $[\tau] = 0,6 \div 0,8[\sigma]$.

Расчет заклепок на срез

Напряжения τ равномерно распределены по сечению заклепки, получим

$$\tau_{CP} = \frac{F_1}{A'_{CP}} = \frac{F}{nA'_{CP}},$$

где $A'_{CP} = \frac{\pi d^2}{4}$ - площадь среза одной заклепки,

d - диаметр заклепки.

Условие прочности заклепки на срез имеет вид

$$\tau_{CP} = \frac{F}{A_{CP}} = \frac{F}{n \frac{\pi d^2}{4}} \leq [\tau].$$

где A_{CP} - площадь среза всех заклепок соединения.

В случае использования в конструкции многосрезных заклепок площадь среза каждой заклепки будет равна $A'_{CP} = m \frac{\pi d^2}{4}$, а условие прочности примет вид

$$\tau_{CP} = \frac{4F}{m\pi d^2} \leq [\tau], \text{ а число заклепок } n \geq \frac{4F}{m\pi d^2 [\tau]},$$

где m - число срезов заклепки.

Расчет заклепок на смятие

На рисунке 2 показана схема передачи давлений на стержень заклепки. Хотя давление листа на полуцилиндрическую поверхность заклепки неравномерно (рисунок 2 б), в расчетах условно принимают его действие равномерно распределенным по диаметральной плоскости сечения заклепки $BCB'C'$ (рисунок 2 в). При этом оно оказывается равным наибольшему сжимающему напряжению смятия σ_{CM} в точке A поверхности заклепки (рисунок 2 б).

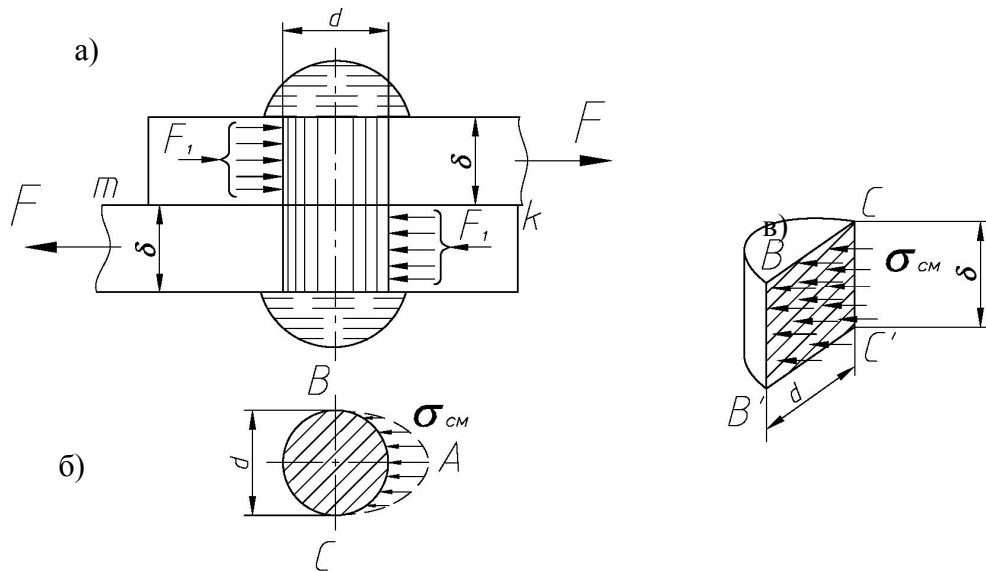


Рисунок 2. Схема передачи давлений на заклепку.

В таком случае условие прочности заклепки на смятие примет вид

$$\sigma_{см} = \frac{F_1}{A'_{см}} = \frac{F}{n\delta d} \leq [\sigma_{см}],$$

где $A'_{см}$ - площадь смятия одной заклепки;

δ - толщина скрепляемых листов (при неодинаковой их толщине в расчете следует принимать наименьшую);

$[\sigma_{см}]$ - допускаемое напряжение на смятие. Обычно принимают $[\sigma_{см}] \approx (2 \div 2,5)[\sigma]$.

Отсюда необходимое число заклепок $n \geq \frac{F}{\delta n [\sigma_{см}]}$.

Проверка прочности скрепляемых листов

После расчета на срез и смятие заклепок необходимо проверить прочность соединяемых листов на растяжение или сжатие. Опасным сечением листа будет сечение, ослабленное наибольшим количеством заклепочных отверстий (рисунок 3). Если ширина листа b , то получим условие прочности листа на растяжение в виде

$$\sigma = \frac{N}{A_{\text{нетто}}} = \frac{F}{\delta(b - m'd)} \leq [\sigma],$$

где m' - число отверстий, попадающих в сечение (в нашем случае два);

					Лабораторная работа №3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

$A_{\text{нетто}}$ - фактическая (несущая нагрузку) площадь листа;

$A_{\text{брутто}}$ - площадь сечения листа, где нет отверстий.

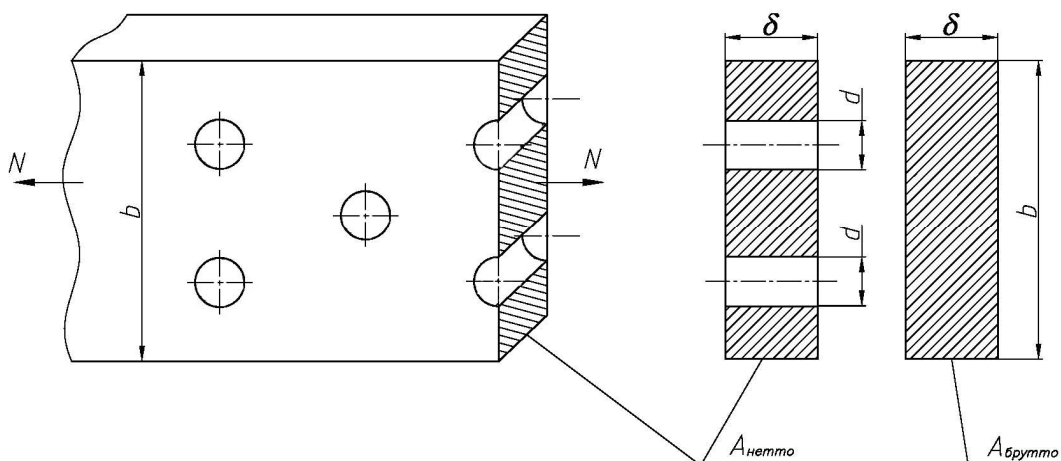


Рисунок 3. Схема расчета листа на растяжение.

Отсюда можно найти необходимую ширину листа b , задавшись его толщиной δ .

Практическая часть

Испытание производим на машине Р-10 с использованием приспособления изображенного на рисунке 4. В качестве измерительного инструмента используется штангенциркуль.

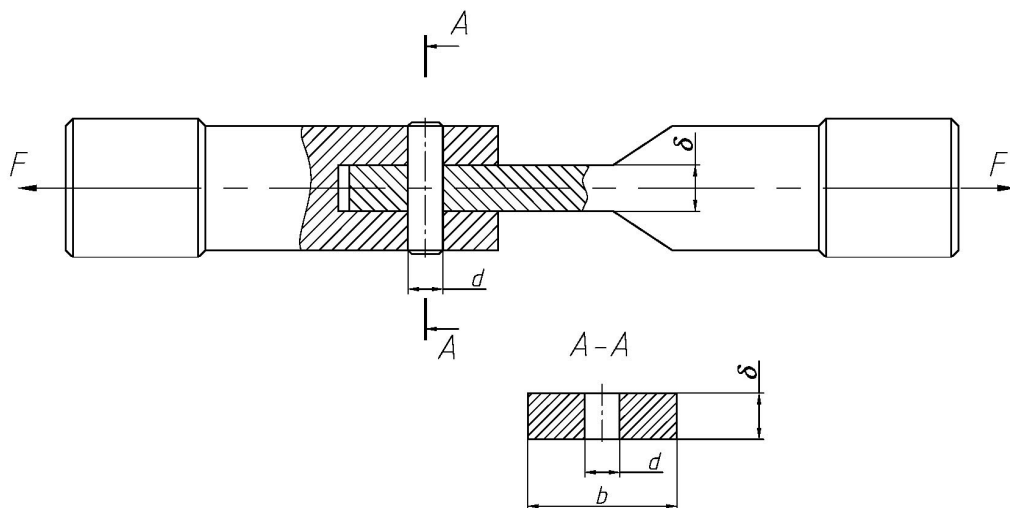


Рисунок 4. Схема приспособления к машине Р-10.

Замеряем диаметры образцов из различных материалов, а также размеры δ и b приспособления и записываем их величины в таблицу 1. Приспособление с установленным образцом закрепляем в захватах машины и производим нагружение растягивающей силой до полного среза образца. Опыт по-

					Лабораторная работа №3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

вторяем для образцов из различных материалов. По шкале силоизмерительного устройства фиксируем силу F_{\max} , при которой происходит срез образца. Зная величину разрушающей нагрузки F_{\max} , площадь сечения образца, определяем предел прочности на срез:

$$A_{CP}^{ст} = \frac{m \cdot \pi \cdot d^2}{4} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 8^2}{4} = 100,48 \text{ мм}^2; \tau_{CP}^{ст} = \frac{F_{\max}}{A_{CP}} = \frac{33 \cdot 10^3}{100,48} = 328,48 \text{ МПа.}$$

$$A_{CP}^{ал} = \frac{m \cdot \pi \cdot d^2}{4} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 8^2}{4} = 100,48 \text{ мм}^2; \tau_{CP}^{ал} = \frac{F_{\max}}{A_{CP}} = \frac{8,5 \cdot 10^3}{100,48} = 84,5 \text{ МПа.}$$

Находим напряжения смятия заклепки

$$\sigma_{CM}^{ст} = \frac{F_{\max}}{\delta d} = \frac{33 \cdot 10^3}{8 \cdot 8} = 515,6 \text{ МПа}; \sigma_{CM}^{ал} = \frac{F_{\max}}{\delta d} = \frac{8,5 \cdot 10^3}{8 \cdot 8} = 132,8 \text{ МПа.}$$

Определяем нормальные напряжения растяжения

$$\sigma^{ст} = \frac{F_{\max}}{\delta(b-d)} = \frac{33 \cdot 10^3}{8 \cdot (40-8)} = 128,9 \text{ МПа}; \sigma^{ал} = \frac{F_{\max}}{\delta(b-d)} = \frac{8,5 \cdot 10^3}{8 \cdot (40-8)} = 33,2 \text{ МПа.}$$

$\delta = 8$ мм – минимальная толщина листа;

$b = 40$ мм – ширина листа;

$$A_{\text{нетто}}^{ст} = \delta(b - m' d) = \delta(b - m' d) = 8 \cdot (40 - 1 \cdot 8) = 256 \text{ мм}^2;$$

$$A_{\text{нетто}}^{ал} = \delta(b - m' d) = \delta(b - m' d) = 8 \cdot (40 - 1 \cdot 8) = 256 \text{ мм}^2.$$

Таблица 1.

Таблица измеренных и вычисленных величин

Материал	Диаметр образца d , мм	Площадь сечения A_{CP} , мм ²	Разрушающая нагрузка F_{\max} , кН	Площадь смятия A_{CM} , мм ²	Площадь на растяжение $A_{\text{нетто}}$, мм ²	Предел прочности τ_{CP} , МПа	Напряжения смятия σ_{CM} , МПа	Напряжения при растяжении σ , МПа
Сталь	8	100,48	33	64	256	328,4	515,6	128,9
Алюминий	8	100,48	8,5	64	256	84,5	132,8	33,2

Вывод: В результате проделанной работы определены предел прочности при срезе для стали и алюминия, их напряжения смятия, а также расчет на прочность скрепляемых листов.