

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Школа базовой инженерной подготовки
Отделение общетехнических дисциплин

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 4

по дисциплине:
МЕХАНИКА

Исполнитель:

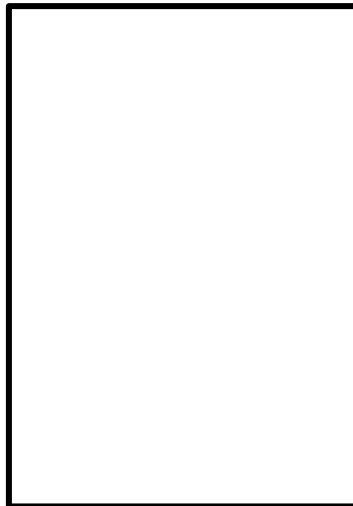
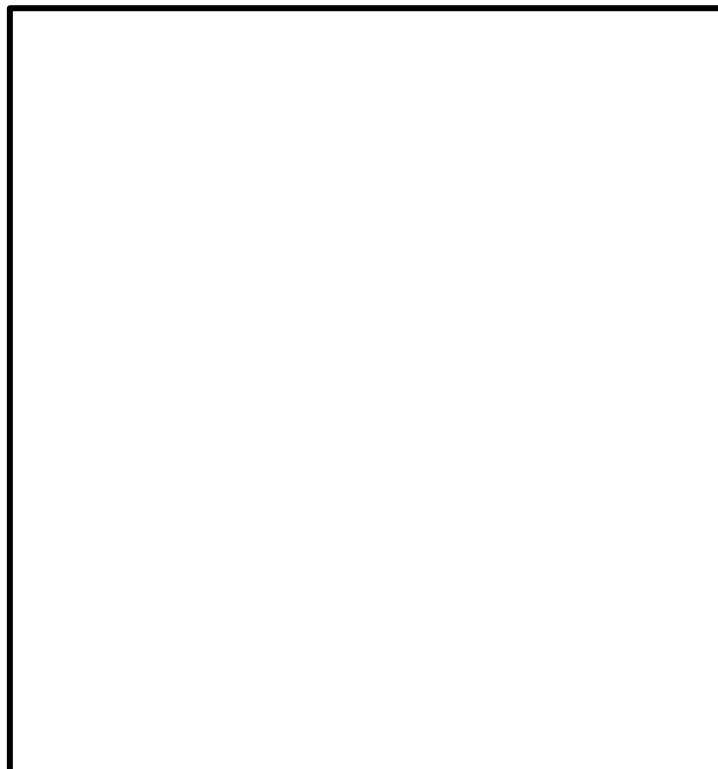
студент группы

Руководитель:

профессор ООД, доктор техн. наук

Ан И-Кан

Подтверждение личности:

A large, empty rectangular box with a black border, intended for providing a document confirmation.A medium-sized, empty rectangular box with a black border, intended for providing a document confirmation.A large, empty rectangular box with a black border, intended for providing a document confirmation.

Задача 1

Расчет сварных швов

Условие:

Определить длину фланговых швов соединения полосы с косынкой из стали из условия прочности F кН, ширина полосы b мм, выполненной из стали Ст45. Сварка ручная электродом Э42. Толщина деталей δ мм.

По заданным параметрам:

1. Вычертить в масштабе схему сварного соединения.
2. Определить допускаемые напряжения на срез сварного шва.
3. Определить длину флангового шва.

Исходные данные:

Таблица 1 – Исходные данные задачи

Толщина деталей δ , мм	Сила, в соединении F , кН	Ширина полосы b , мм	Предел текучести основного металла $[\sigma]$, МПа	Допускаемый коэффициент запаса прочности $[s]$
9,5	40	195	220	1,6

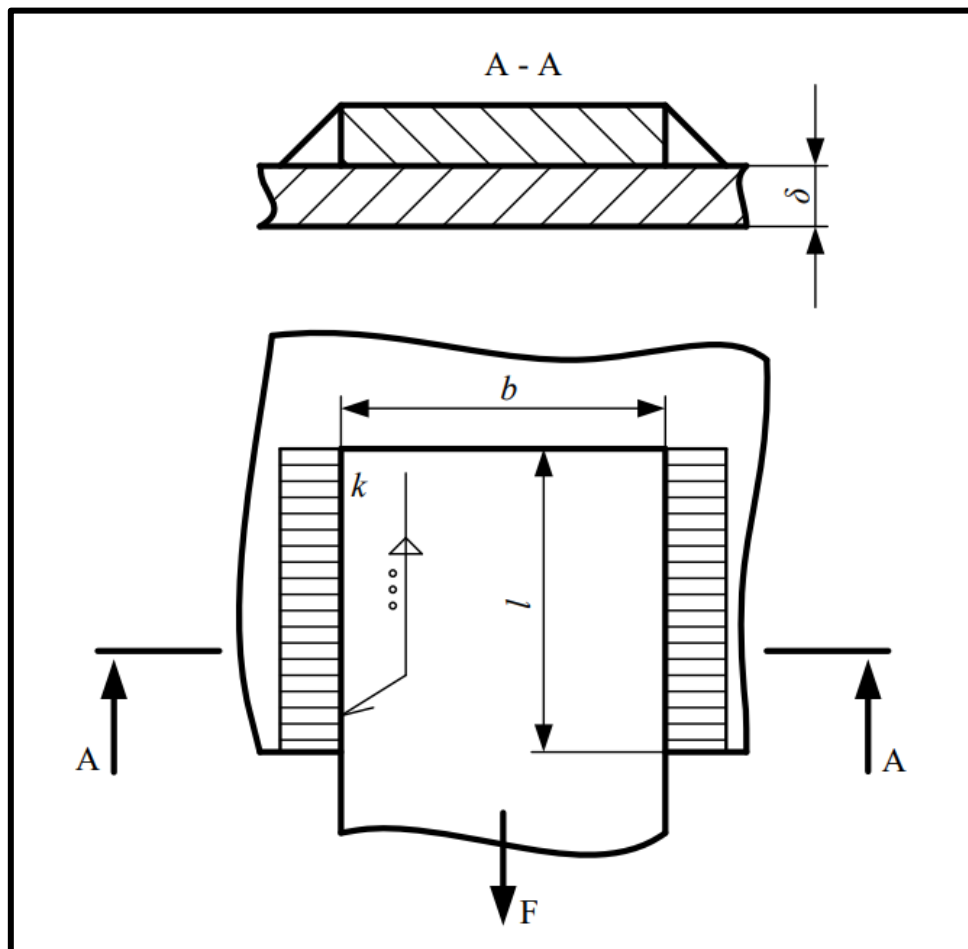
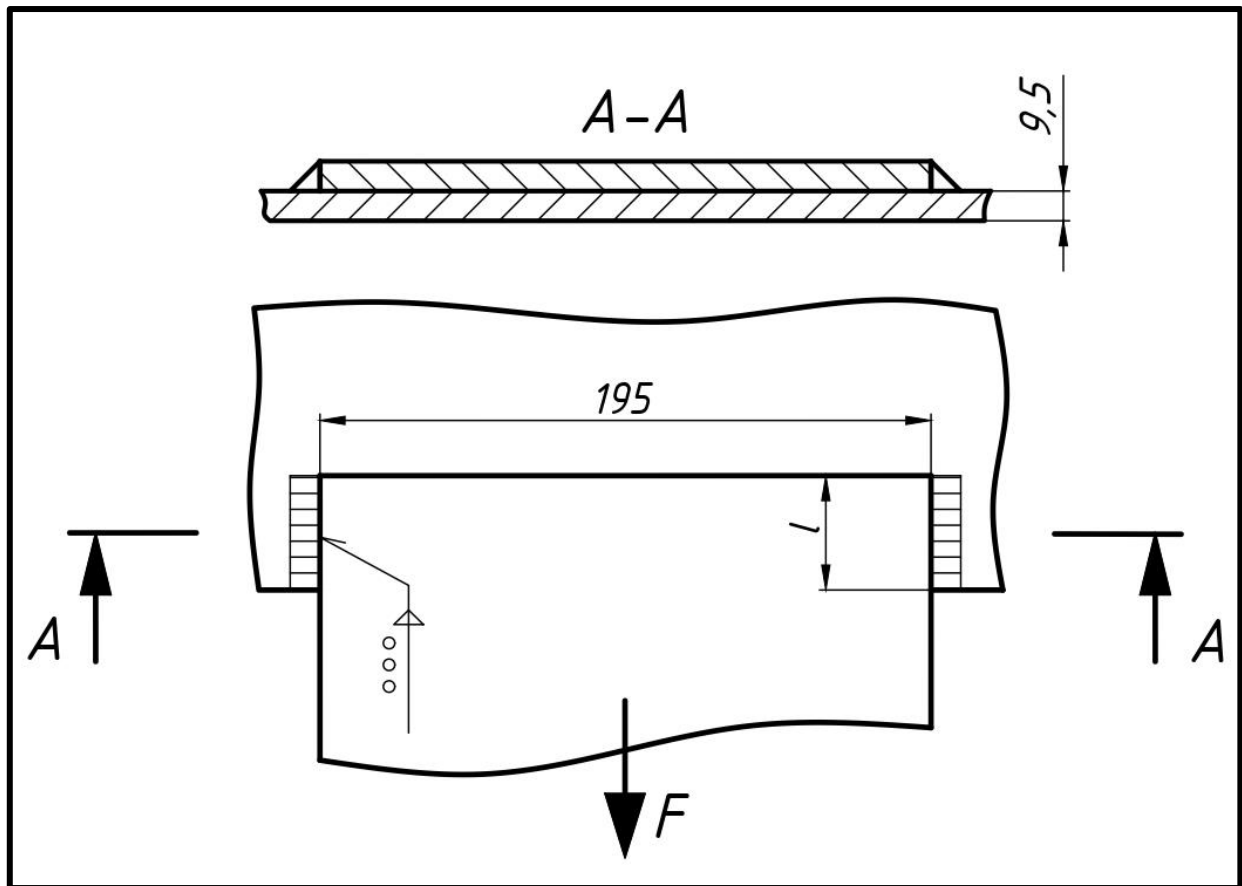


Рисунок 1 – Исходная схема сварного соединения

1. Схема сварного соединения в масштабе 1:1



2. Определение допускаемых напряжений на срез сварного шва

При статических нагрузках допускаемые напряжения для сварных швов определяются по следующей формуле:

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma}{[s]} = \frac{220}{1,6} = 137,5 \text{ МПа};$$

Допускаемые напряжения в швах сварных соединений при постоянной нагрузке

Вид сварки	Допускаемые напряжения для сварных швов		
	при растяжении [σ'_p]	при сжатии [σ'_c]	при сдвиге (срезе) [τ]
Автоматическая и ручная электродами Э42А, S46А, Э50А: в среде защитного газа; контактная стыковая с оплавлением	[σ_p]	[σ_p]	0,65 [σ_p]
Ручная электродами Э42 и Э50	0,9 [σ_p]	[σ_p]	0,6 [σ_p]
Ручная электродами Э34	0,6 [σ_p]	0,75 [σ_p]	0,5 [σ_p]
Контактная точечная и шовная	0,3 [σ_p]*	—	0,5 [σ_p]

*Соединения, выполненные точечной контактной сваркой, на растяжение практически не работают.

Рисунок 2 – Допускаемые напряжения в швах сварных соединений

Допускаемое напряжение в швах, выполненных ручной сваркой электродом Э42, при срезе определяется выражением:

$$[t]_{\text{ср}} = 0,6[\sigma]_p = 0,6 \cdot 137,5 \text{ МПа} = 82,5 \text{ МПа};$$

3. *Определить длину флангового шва*

Расчет на срез для швов проводится по опасному сечению шва, которое совпадает с биссектрисой прямого угла. При ручной сварке высота опасного сечения $h = 0,7K$, где K – катет сварного шва. Так как катет сварного шва равен толщине деталей. Из условия прочности шва на срез можно определить длину фланговых швов:

$$t_{\text{ср}} = \frac{F}{A_{\text{ср}}} = \frac{F}{0,7K \cdot 2l} \leq [t]_{\text{ср}};$$

$$l \geq \frac{F}{1,4K[t]_{\text{ср}}} = \frac{40 \cdot 10^3}{1,4 \cdot 0,0095 \cdot 82,5 \cdot 10^6} = 0,0365 \text{ м} = 3,65 \text{ см}.$$

Задача 2

Расчет заклепочного соединения

Условие:

Проверить прочность заклепочного соединения, если F кН. Допускаемые напряжения на растяжение $[\sigma]_p$ листов 140 МПа, на смятие $[\sigma]_{см}$ 280 МПа, на срез $[\tau]_{ср}$ заклепок 100 МПа. Толщина листов δ_n , соединяемых встык деталей равна, толщина накладок δ_n каждой равна.

По заданным параметрам:

1. Вычертить в масштабе схему заклепочного соединения.
2. Прочность листа на растяжение в сечениях, ослабленных отверстиями.
3. Проверить прочность заклепок на срез.
4. Проверить прочность листов на смятие.

Исходные данные:

Таблица 2 – Исходные данные задачи

Толщина пластин δ_n , мм	Толщина накладок δ_n , мм	Диаметр заклепок d , мм	Ширина листов b , мм	Сила, действующая в соединении F , кН
11	4	13	130	75

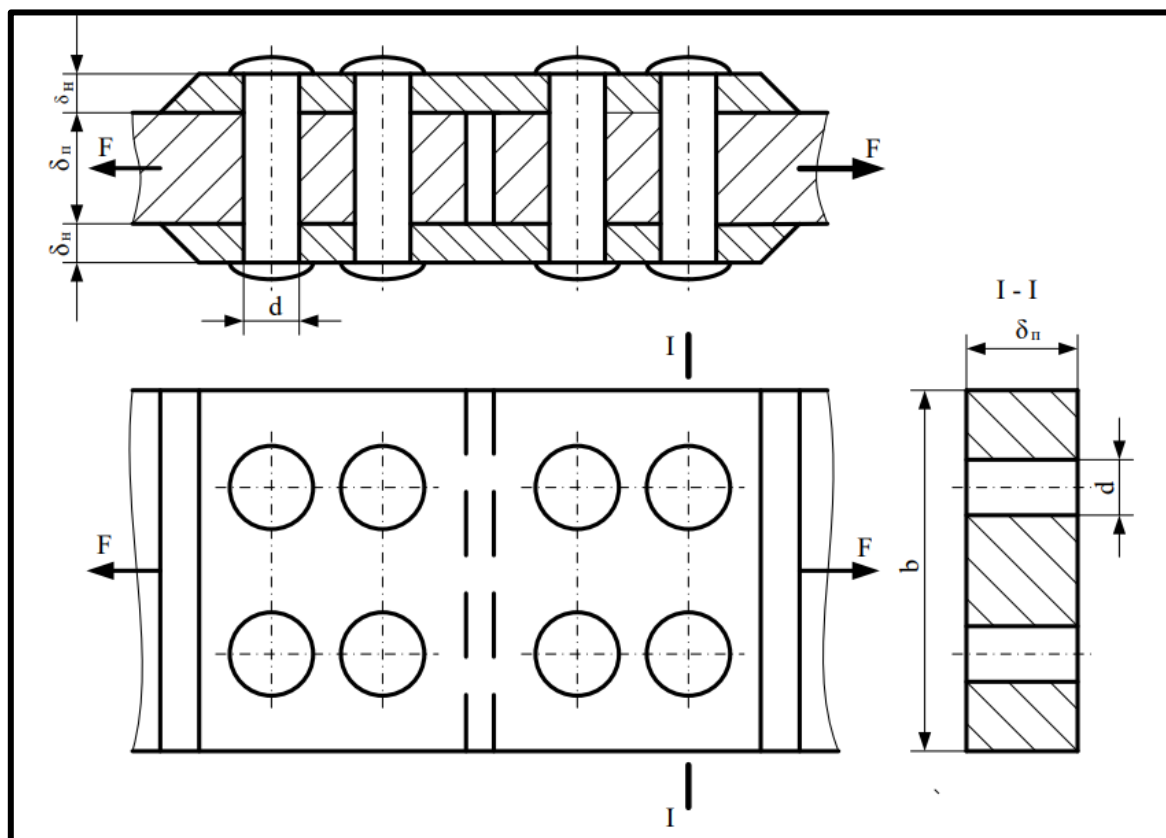


Рисунок 3 – Исходная схема заклепочного соединения

1. Схема заклепочного соединения в масштабе 1:1

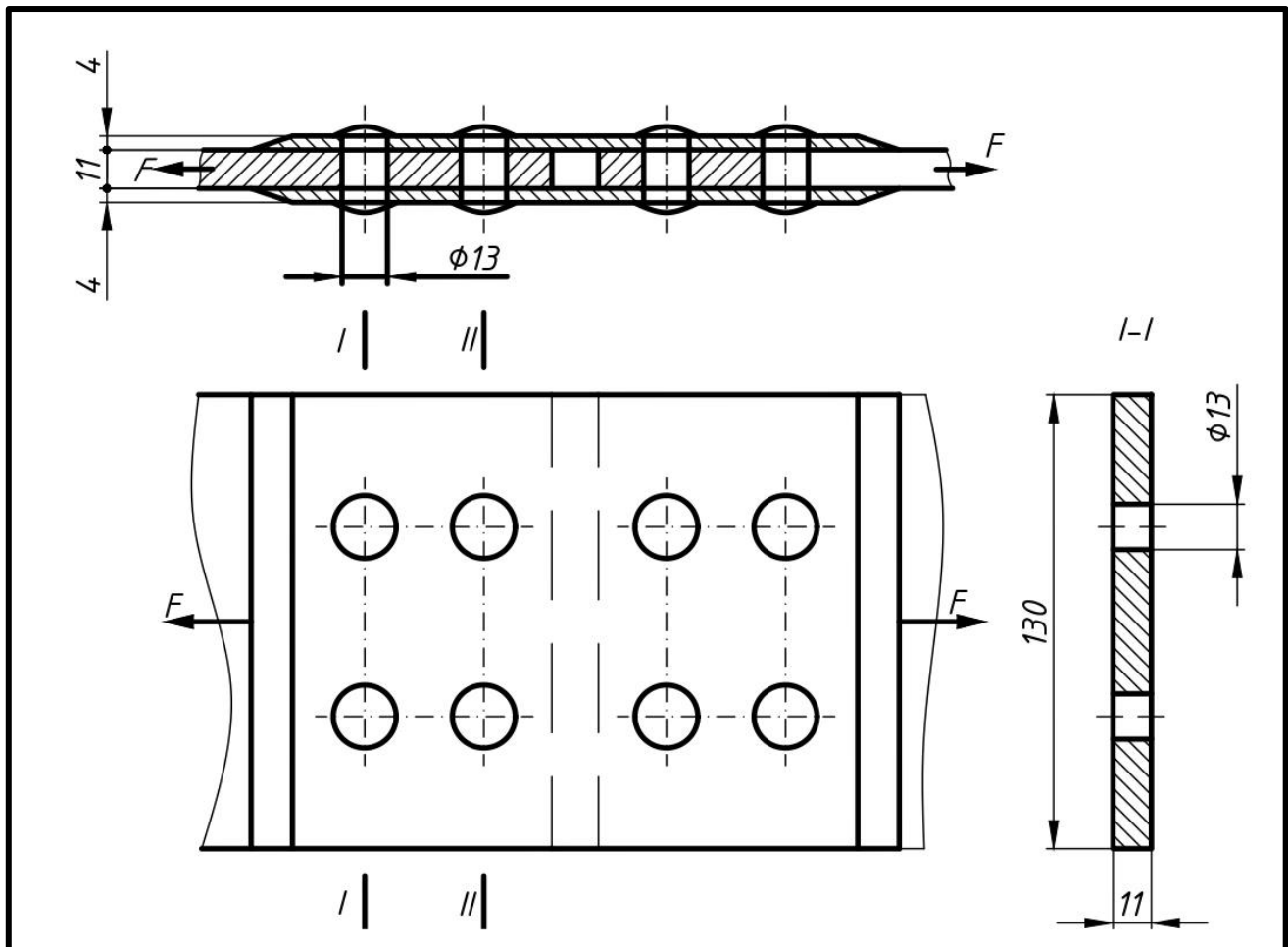


Рисунок 4 – Схема заклепочного соединения в масштабе

2. Прочность листа на растяжение в сечениях, ослабленных отверстиями

Условие прочности листов на растяжение:

$$\sigma_p = \frac{N}{A_{\text{нетто}}} \leq [\sigma]_p;$$

Проверка прочности пластин:

Сечение I – I:

$$\sigma_{I-I} = \frac{N_{I-I}}{\delta_{\text{п}}(b - 2d)} = \frac{F}{\delta_{\text{п}}(b - 2d)} = \frac{75 \cdot 10^3}{0,011 \cdot (0,13 - 2 \cdot 0,013)} = 65,6 \text{ МПа} < 140 \text{ МПа};$$

Условие прочности выполняется.

Сечение II– II:

$$\sigma_{II-II} = \frac{N_{II-II}}{\delta_{\text{п}}(b - 2d)} = \frac{1/2F}{\delta_{\text{п}}(b - 2d)} = \frac{75 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,011 \cdot (0,13 - 2 \cdot 0,013)} = 32,8 \text{ МПа} < 140 \text{ МПа};$$

Условие прочности выполняется.

Проверка прочности накладок:

$$\sigma_{I-I} = \frac{N_{I-I}}{\delta_H(b-2d)} = \frac{1/4F}{\delta_H(b-2d)} = \frac{75 \cdot 10^3}{4 \cdot 0,011 \cdot (0,13 - 2 \cdot 0,013)} = 45,1 \text{ МПа} < 140 \text{ МПа};$$

Условие прочности выполняется.

Сечение II– II:

$$\sigma_{II-II} = \frac{N_{II-II}}{\delta_H(b-2d)} = \frac{1/2F}{\delta_H(b-2d)} = \frac{75 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,011 \cdot (0,13 - 2 \cdot 0,013)} = 90,2 \text{ МПа} < 140 \text{ МПа};$$

Условие прочности выполняется.

3. Проверка прочности заклепок на срез

Условие прочности заклепок на срез:

$$t_{\text{ср}} = \frac{F}{i \cdot k \cdot A_{\text{ср}}} = \frac{F}{i \cdot k \cdot \pi d^2 / 4} \leq [t_{\text{ср}}];$$

Число плоскостей среза: $k = 2$;

Число заклепок по одну сторону от стыка: $i = 4$;

$$t_{\text{ср}} = \frac{75 \cdot 10^3 \cdot 4}{4 \cdot 2 \cdot \pi (13 \cdot 10^{-3})^2} = 70,63 \text{ МПа} < [t]_{\text{ср}} = 100 \text{ МПа};$$

Условие выполняется, заклепки выдерживают нагрузку.

4. Проверка прочности листов на смятие

Условие прочности при смятии:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{F}{i \cdot \delta \cdot d} \leq [\sigma]_{\text{см}};$$

Проверка прочности пластин:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{F}{i \cdot \delta_H \cdot d} = \frac{75 \cdot 10^3}{4 \cdot 0,011 \cdot 0,013} = 131,1 \text{ МПа} < 280 \text{ МПа};$$

Условие прочности выполняется.

Проверка прочности накладок:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{F}{i \cdot 2\delta_H \cdot d} = \frac{75 \cdot 10^3}{4 \cdot 0,008 \cdot 0,013} = 180,3 \text{ МПа} < 280 \text{ МПа};$$

Условие прочности выполняется.

Задача 3

Расчет болтового соединения

Условие:

Подобрать болты для соединения крышки с цилиндрическим сосудом сжатого воздуха при следующих данных: давление сжатого воздуха в цилиндре p МПа, внутренний диаметр крышки D мм, число болтов $z = 12$, затяжка контролируемая. Материал болтов сталь 20, класс прочности болтов 4.6. Затяжка болтов контролируемая. Прокладка полиэтиленовая. Предел текучести $[\sigma]_T$ для болтов класса прочности 4.6 принять равным 240МПа.

По заданным параметрам:

1. Вычертить в масштабе схему болтового соединения.
2. Определить силу затяжки болтов.
3. Определить расчетный диаметр резьбы болта из условия прочности.
4. Принять стандартный диаметр болта согласно ГОСТ 9150-81.

Исходные данные:

Таблица 2 – Исходные данные задачи

Давление воздуха в цилиндре p , МПа	Внутренний диаметр крышки D , см	Допускаемый коэффициент запаса прочности $[s]$	Коэффициент внешней нагрузки χ	Коэффициент запаса предварительной затяжки $K_{зат}$
0,6	35	2,0	0,35	2,6

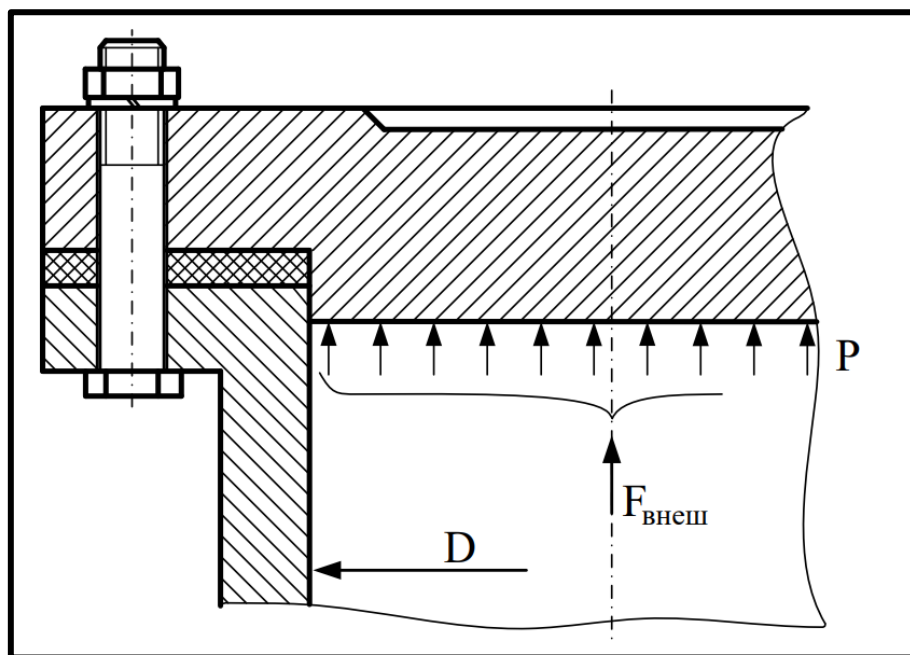


Рисунок 5 – Исходная схема болтового соединения

1. Схема болтового соединения в масштабе

2. Определение силы затяжки болтов

Воздух оказывает давление на цилиндрическую крышку сосуда. Следовательно, сила давления сжатого воздуха:

$$F_{\text{внеш}} = pS = p \frac{\pi D^2}{4} = 0,6 \cdot 10^6 \cdot \frac{\pi \cdot (0,35)^2}{4} = 57726,8 \text{ Н};$$

Нагрузка распределена между 12 болтами, на один болт приходится:

$$F_0 = \frac{F_{\text{внеш}}}{12} = \frac{57726,8}{12} = 4810,6 \text{ Н};$$

Сила затяжки болта:

$$F_a = F_0 \cdot [K_{\text{зат}}(1 - \chi) + \chi] = 4810,6 \cdot [2,6(1 - 0,35) + 0,35] = 9813,6 \text{ Н}.$$

3. Определение расчетного диаметра резьбы болта из условия прочности

Допускаемое значение напряжения на растяжение:

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_T}{[s]} = \frac{240}{2} = 120 \text{ МПа};$$

Расчетное значение внутреннего диаметра резьбы:

$$d_1 = 1,3 \sqrt{\frac{F_a}{[\sigma]_p}} = 1,3 \sqrt{\frac{9813,6}{120 \cdot 10^6}} = 0,0118 \text{ м} = 11,8 \text{ мм}.$$

4. Стандартный диаметр болта согласно ГОСТ 9150-81.

Метрическая резьба М14 с шагом 1,5 имеет внутренний диаметр $d_1 = 12,376 \text{ мм}$.

Болт, имеющий соответствующую резьбу, может быть использован в данной установке.

