

Расчет статически неопределимой стержневой системы на растяжение-сжатие

Начертить стержневую систему с указанием всех размеров и записать исходные данные для расчета в соответствии со своим шифром. Шифр состоит из четырех цифр, условно обозначаемых **ABCD**, где:

A – порядковый номер студента в списке группы. Порядковый номер соответствует схеме стержневой системы, представленной в **Таблице 1**.

B, C, D – последняя цифра в номере группы, где:

B показывает числовые значения параметров стержневой системы;

C показывает числовые значения величины силы или площади сечений;

D показывает числовые значения неточности изготовления или температурного воздействия.

Физические характеристики материалов стержней принимаются в соответствии с Таблицей 3.

Пример:

Петров Петр Петрович – студент группы 3130803/9000**8**.

Порядковый номер студента в списке группы **12**.

Следовательно, студент выбирает

из **Таблицы №1** – схему №12;

из **Таблицы №2** – параметры **B, C, D**, соответствующие цифре 8.

Часть 1. Расчет на силовое воздействие (сила F).

1.1. Начертить схему усилий и записать уравнения равновесия. Указать степень статической неопределимости.

1.2. Начертить схему возможных перемещений и записать уравнение совместности перемещений (геометрическое уравнение).

1.3. Записать выражения для удлинений стержней в соответствии с законом Гука и подставить их в уравнение совместности.

1.4. С помощью получившейся системы уравнений выразить продольные усилия через силу F .

1.5. Из условий прочности для стержней определить:

а) площади сечений A_1 и A_2 стержней, если задана величина силы F ;

б) грузоподъемность системы, т.е. допускаемую величину силы F , если заданы площади сечений A_1 и A_2 .

1.6. Найти напряжения в стержнях $\sigma_1(F)$ и $\sigma_2(F)$, проверить выполнение условий прочности.

Часть 2. Расчет на температурное воздействие Δt° (считать $F=0$)

2.1. Начертить схему усилий и записать уравнения равновесия (так же, как в п.1.1, только считать $F=0$). Учитывая соотношение площадей, переписать уравнение в напряжениях.

2.2. Начертить схему возможных перемещений и записать уравнение совместности перемещений (на рисунке учесть реальный характер деформации стержней).

2.3. Записать выражения для удлинений стержней (через напряжения) в соответствии с законом Гука, учтя температурное слагаемое для стержня, номер которого указан в таблице в столбце Δt° в скобках, и подставить их в уравнение совместности.

2.4. Из полученной системы уравнений найти дополнительные напряжения $\sigma_1 (\Delta t^\circ)$ и $\sigma_2 (\Delta t^\circ)$, возникающие в стержнях от температурного воздействия.

Часть 3. Расчет на неточность изготовления δ (считать $F=0$)

3.1. Начертить схему усилий и записать уравнения равновесия (так же, как в п.1.1, только считать $F=0$). Учитывая соотношение площадей, переписать уравнение в напряжениях.

3.2. Начертить схему возможных перемещений и записать уравнение совместности перемещений (на рисунке учесть реальный характер деформации стержней).

3.3. Аналогично п.2.3, только в законе Гука учитывать не температурное слагаемое, а неточность изготовления δ для стержня, номер которого указан в таблице №2 в столбце δ в скобках.

3.4. Из полученной системы уравнений найти дополнительные монтажные напряжения $\sigma_1 (\delta)$ и $\sigma_2 (\delta)$, возникающие в стержнях от начальной неточности изготовления.

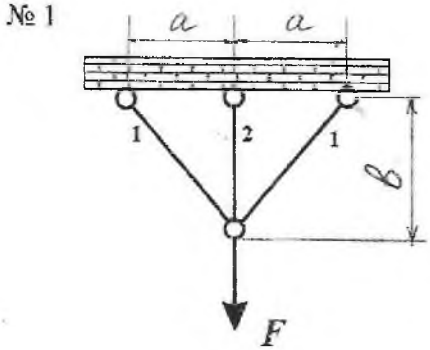
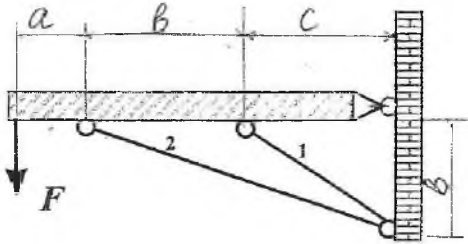
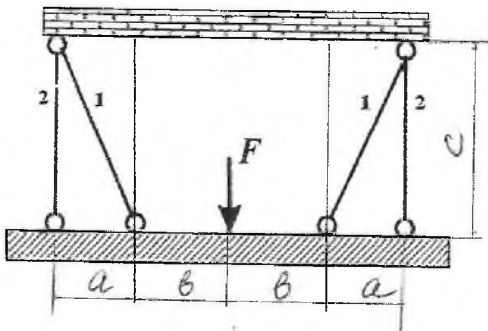
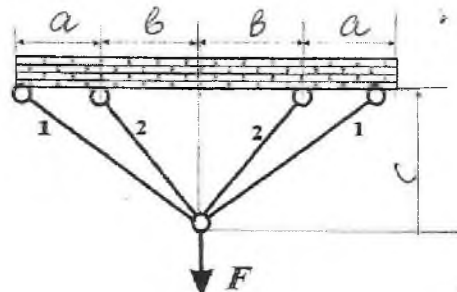
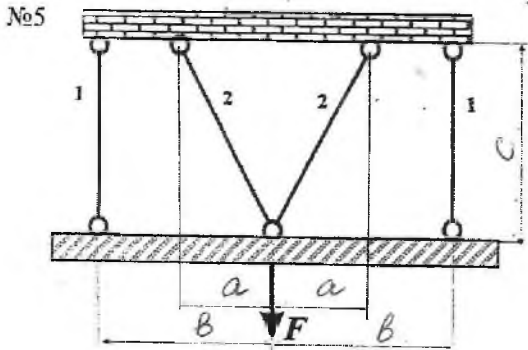
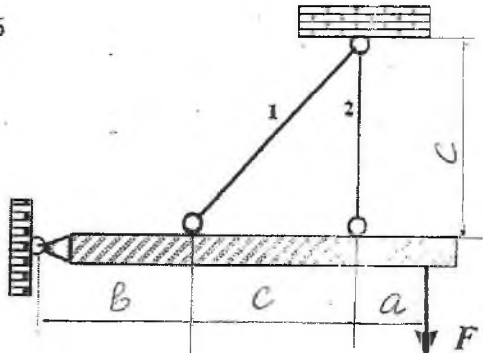
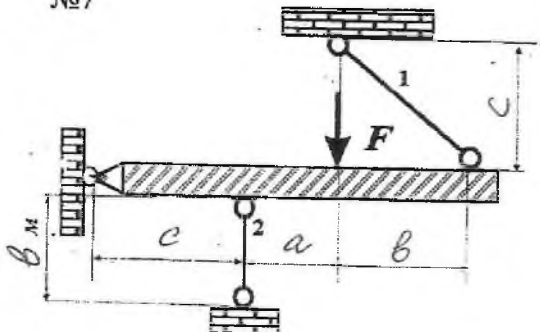
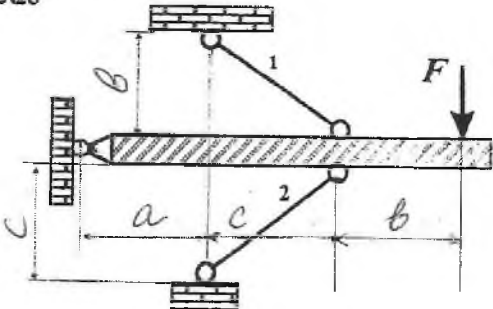
Часть 4. Определение суммарных напряжений

В соответствии с принципом суперпозиции определить суммарные напряжения в стержнях от одновременного действия всех факторов

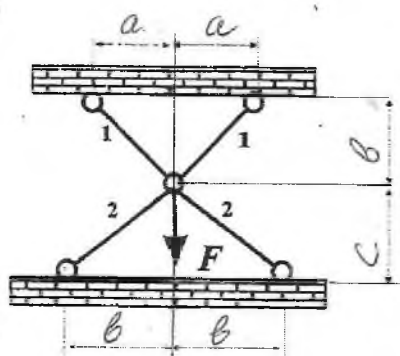
$$\sigma_i = \sigma_i (F) + \sigma_i (\Delta t^\circ) + \sigma_i (\delta), i = 1, 2$$

и сделать выводы о выполнении условий прочности.

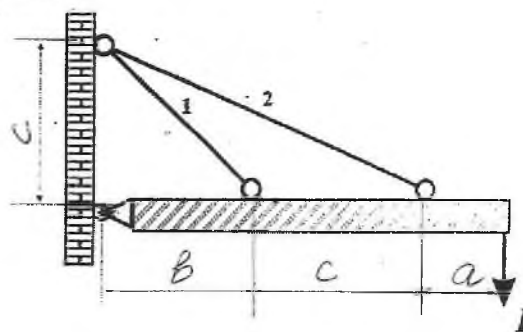
Таблица 1

№ 1 	№ 2 
№ 3 	№ 4 
№ 5 	№ 6 
№ 7 	№ 8 

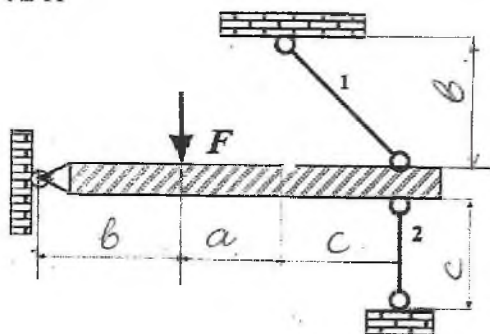
№ 9



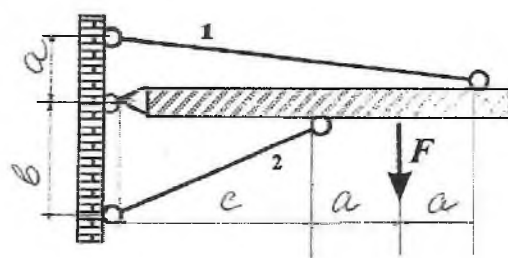
№ 10



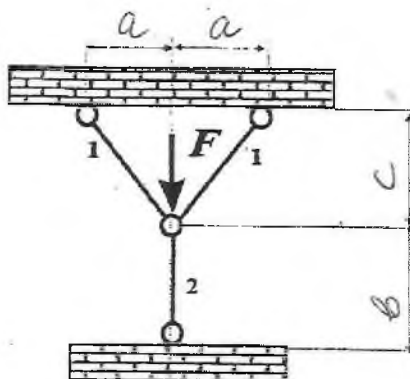
№ 11



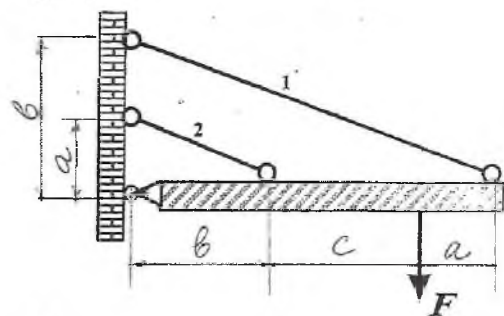
№ 12



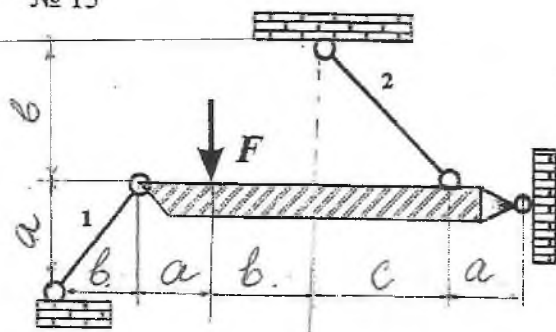
№ 13



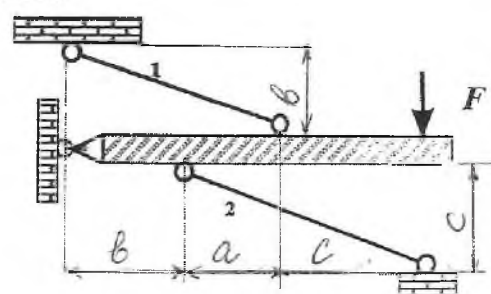
№ 14



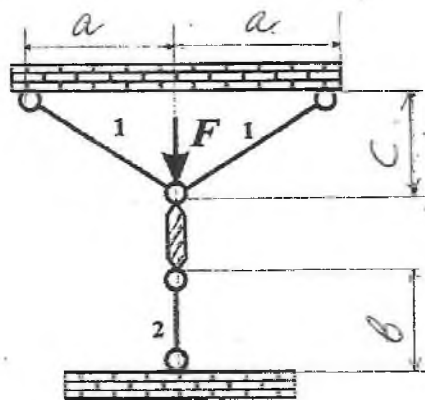
№ 15



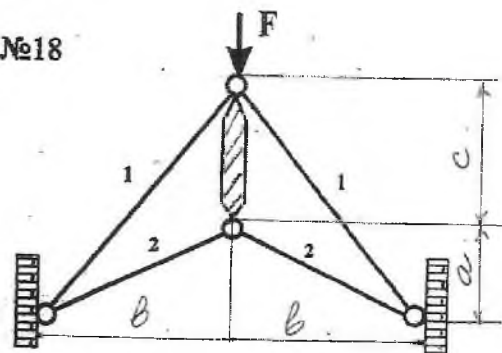
№ 16



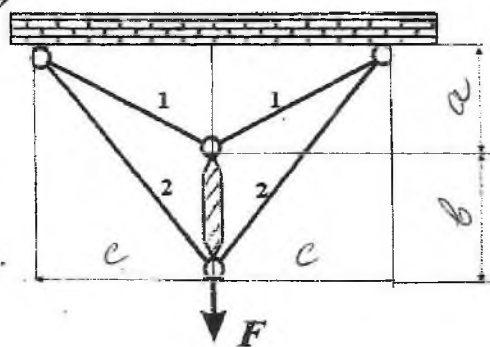
№ 17



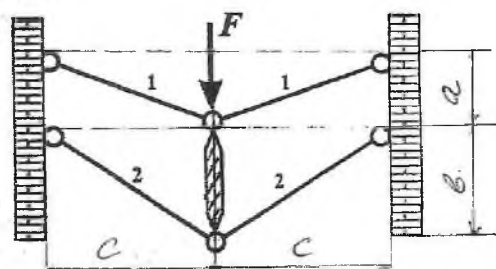
№18



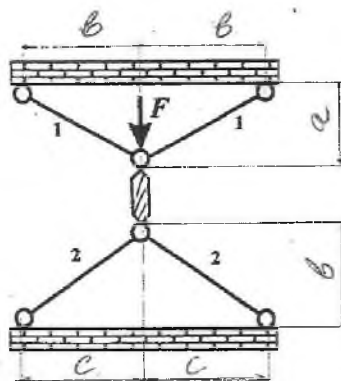
№ 19



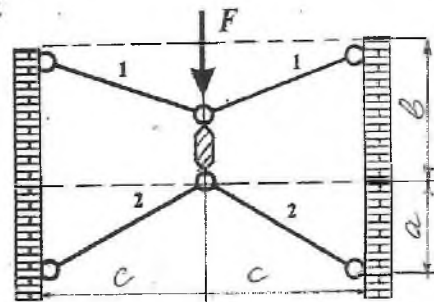
№ 20



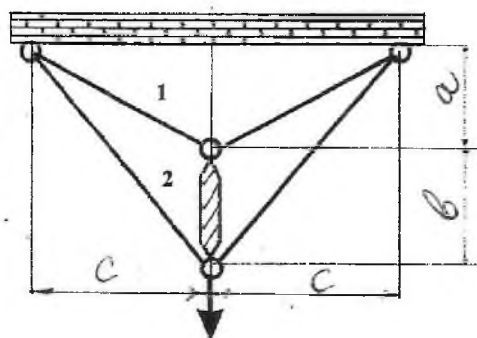
№ 21



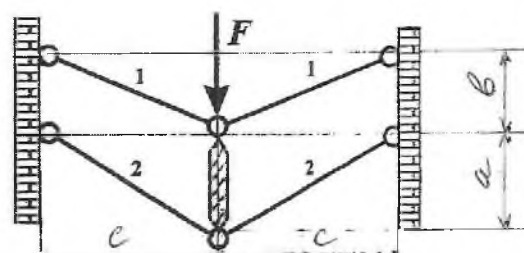
№ 22



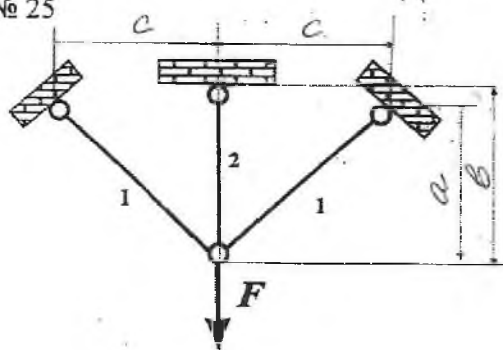
№ 23



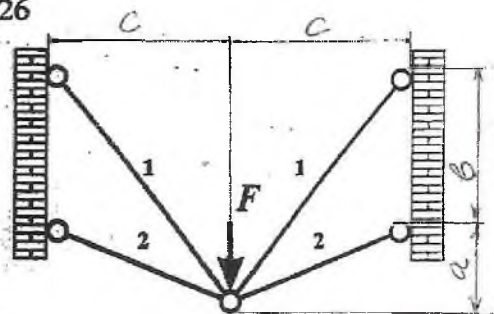
№ 24



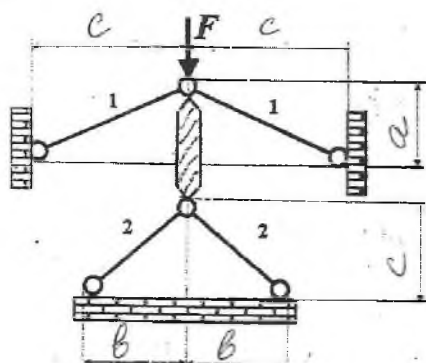
№ 25



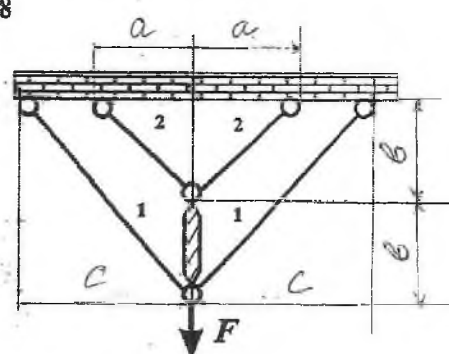
№ 26



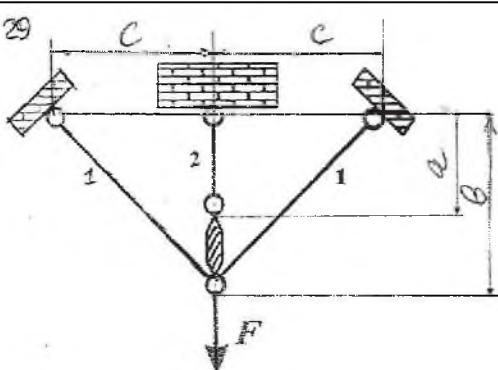
№ 27



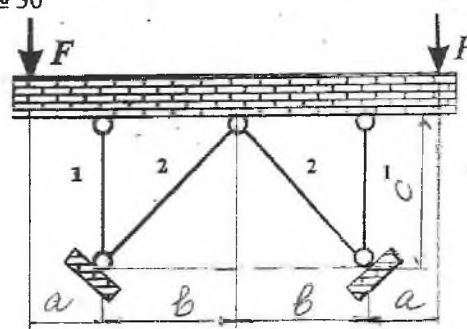
№ 28



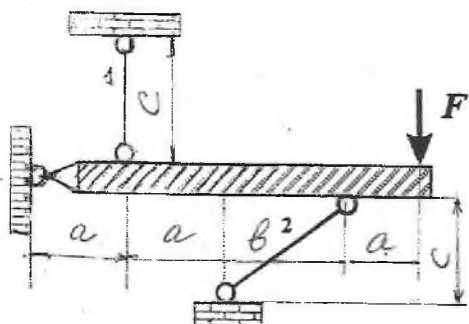
№ 29



№ 30



№ 31



№ 32

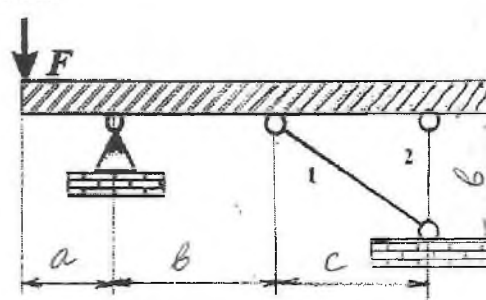


Таблица 2

B	a, м	b, м	c, м	A₁/A₂	C	F, кН	A₁, 10⁻⁴ м²	D	Δt, °C	δ, мм	Материал	
											1 стержень	2 стержень
0	1	2	2,5	2/3	0	100	-	0	30 (1)	-0,2 (2)	Сталь	Сталь
1	1,5	2,5	3	2	1	-	4	1	-40 (2)	0,5 (1)	Сталь	Медь
2	1,2	2	2,6	1/2	2	150	-	2	50 (1)	-0,3 (2)	Медь	Сталь
3	1,4	1,8	2	3/4	3	-	3	3	-30 (2)	0,4 (1)	Алюминий	Медь
4	1,8	2,4	2,6	3/2	4	80	-	4	40 (1)	-0,4 (2)	Сталь	Чугун
5	1,3	1,5	2	3/5	5	-	5	5	-50 (2)	0,6 (1)	Чугун	Сталь
6	1,1	1,8	2,5	4/5	6	120	-	6	60 (2)	-0,5(1)	Медь	Чугун
7	2	2,4	3	5/3	7	-	2	7	-20 (1)	-0,6 (2)	Сталь	Алюминий
8	1,9	2,5	2,8	5/4	8	160	-	8	45 (2)	0,2 (1)	Алюминий	Сталь
9	1,7	2,3	2,5	1	9	-	6	9	-45 (1)	0,3 (2)	Медь	Алюминий

Таблица 3

Материал	Модуль Юнга E, 10 ⁵ МПа	Допускаемые напряжения [σ], МПа	Коэффициент линейного расширения α _{t°} , 10 ⁻⁷ 1/град
Сталь	2	160	125
Медь	1	120	165
Чугун	1,2	100	100
Алюминий	0,75	80	250