

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент кадровой политики и образования
ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

Крючин Н.П. Ключев В.В. Титова О.Ю.

Сопротивление материалов

Методические указания и контрольные задания

Рекомендовано методической комиссией
инженерного факультета в качестве
методического пособия
для студентов высших учебных заведений
по специальностям агроинженерного направления

Кинель 2004

УДК 539.417
К-85

Рецензенты:

*Фролов Н.В., к.т.н., профессор кафедры МТЖ.
Миронов В.М., к.ф-м.н., доцент кафедры физики.*

Редактор Петрова С.С.

Крючин Н.П., Ключев В.В., Титова О.Ю.

К-85 Сопротивление материалов. Методические указания и контрольные задания: Методическое пособие. - Кинель, 2004. – 123 с.

Методическое пособие содержит краткие теоретические положения по изучаемым разделам и примеры решения типовых задач. Методические указания и контрольные задания составлены в соответствии с учебной программой изучения дисциплины "Сопротивление материалов" для студентов специальностей агроинженерного направления.

© Крючин Н.П., Ключев В.В., Титова О.Ю.
СГСХА, 2004

Введение

Сопротивление материалов – наука о методах расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов инженерных конструкций. Методами сопротивления материалов ведутся практические расчеты многих современных конструкций и сооружений.

Сопротивление материалов базируется на знаниях, получаемых студентами из курсов математического анализа, физики, теоретической механики, материаловедения. Знания и навыки, получаемые при изучении данной дисциплины, используются в курсе «Детали машин» и во многих специальных дисциплинах.

Студенты, изучившие дисциплину, *должны знать*: расчетные формулы напряжений при различных видах деформации стержня, условия прочности и жесткости; основы теории моментов инерции плоских сечений; основы теории напряженного и деформированного состояния, гипотезы прочности; и *уметь* определять внутренние силовые факторы с помощью метода сечений при различных видах деформации, определять геометрические характеристики простых и сложных плоских сечений, производить расчеты на прочность и жесткость стержней и стержневых систем при растяжении – сжатии, кручении, изгибе, и сложном нагружении при статическом и динамическом действии нагрузок; расчеты на устойчивость и применять их на практике.

Указания к выполнению и выбору варианта задания

Число заданий и их объем зависит от программы для данной специальности. Задания выдает ведущий преподаватель на лекциях или на практических занятиях.

Номер схемы и варианта задания студент выбирает, пользуясь трехзначным номером (последние три цифры номера зачетной книжки). Под цифрами следует записать шифр, состоящий из трех букв а, б, в. Например, три последние цифры к зачетной книжки 376.

3 7 6

а б в

Цифра над буквой указывает, какую строку следует взять в соответствующем столбце таблицы.

Расчетно-графическая работа выполняется в отдельной тетради (для заочного отделения) или на отдельных листах формата А–4 с титульным листом установленной формы. Чертежи выполняются карандашом с использованием чертежных инструментов. Перед решением задач следует выписать условие задачи полностью со всеми данными, взятыми из соответствующих таблиц и заданную схему.

Нужно обращать постоянное внимание на размерность получаемых результатов и встречающихся величин.

Процесс численного и буквенного решения должен сопровождаться краткими, последовательными, грамотными, без сокращения слов, пояснениями и аккуратными схемами и рисунками, выполненными в масштабе, с указанием размеров и других величин.

При расчетах необходимо приводить расчетную формулу, затем подставлять соответствующие числа и показывать результат с обязательным обозначением размерности полученного числа.

Например: $\tau = \frac{Q_y \cdot S_x}{b \cdot I_x} = \frac{50 \cdot 10^3 \cdot 104 \cdot 10^{-6}}{1840 \cdot 10^{-8} \cdot 5,2 \cdot 10^{-3}} = 54,2 \text{ МПа},$

где τ – касательные напряжения, МПа;

Q_y – поперечная сила, Н;

S_x – статический момент отсеченной части сечения, см³;

b – ширина отсеченной части сечения, см;

I_x – осевой момент инерции всего сечения, см⁴.

Все арифметические вычисления достаточно записать с точностью до трех - четырех значащих цифр независимо от запятой, например: $I_x = 28887645 \text{ м}^4 = 288 \cdot 10^5 \text{ м}^4$, а $u_c = 0,037643 \text{ м}$ нужно записать $u_c = 0,037 \text{ м}$.

В контрольной работе обязательны ссылки на источники, откуда взяты необходимые величины (ГОСТы, таблицы, формулы, графики и т.д.).

Если в таблицах нагрузка имеет отрицательный знак, на рисунке следует исправить её направление на противоположное и в дальнейшем знак «-» при решении задачи не принимать во внимание, если в таблице значение одной из заданных величин равно нулю, в схеме для решения эта величина не принимается в расчет, несмотря на наличие её на чертеже или в исходных данных.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

1. Растяжение и сжатие

1.1. Расчет статически определимого ступенчатого бруса

Задача №1

Стальной ступенчатый стержень (Рис.1) находится под действием сил. Проверить на прочность стержень и найти перемещение сечения I-I. Данные взять из таблицы 1.

1.1.1. Порядок выполнения работы.

Решение производится в следующем порядке:

1. Вычертить брус в масштабе.
2. Записать аналитические выражения для нормальной силы (N) по участкам и построить эпюру.
3. На каждом участке определить нормальные напряжения (σ)
4. Определить перемещение сечения I-I.

Таблица 1

Исходные данные

№ строки	№ схемы	F_1 кН	F_2 кН	A см ²	l_1 м	l_2 м	l_3 м
0	10	100	200	2	1	2	3
1	1	150	210	4	2	6	6
2	2	170	250	6	4	4	2
3	3	200	350	8	6	2	2
4	4	300	240	10	3	5	1
5	5	250	160	12	5	8	4
6	6	400	180	10	9	4	5
7	7	300	140	8	1	3	8
8	8	420	100	6	2	6	3
9	9	240	300	4	4	2	1
	в	а	б	в	а	б	а

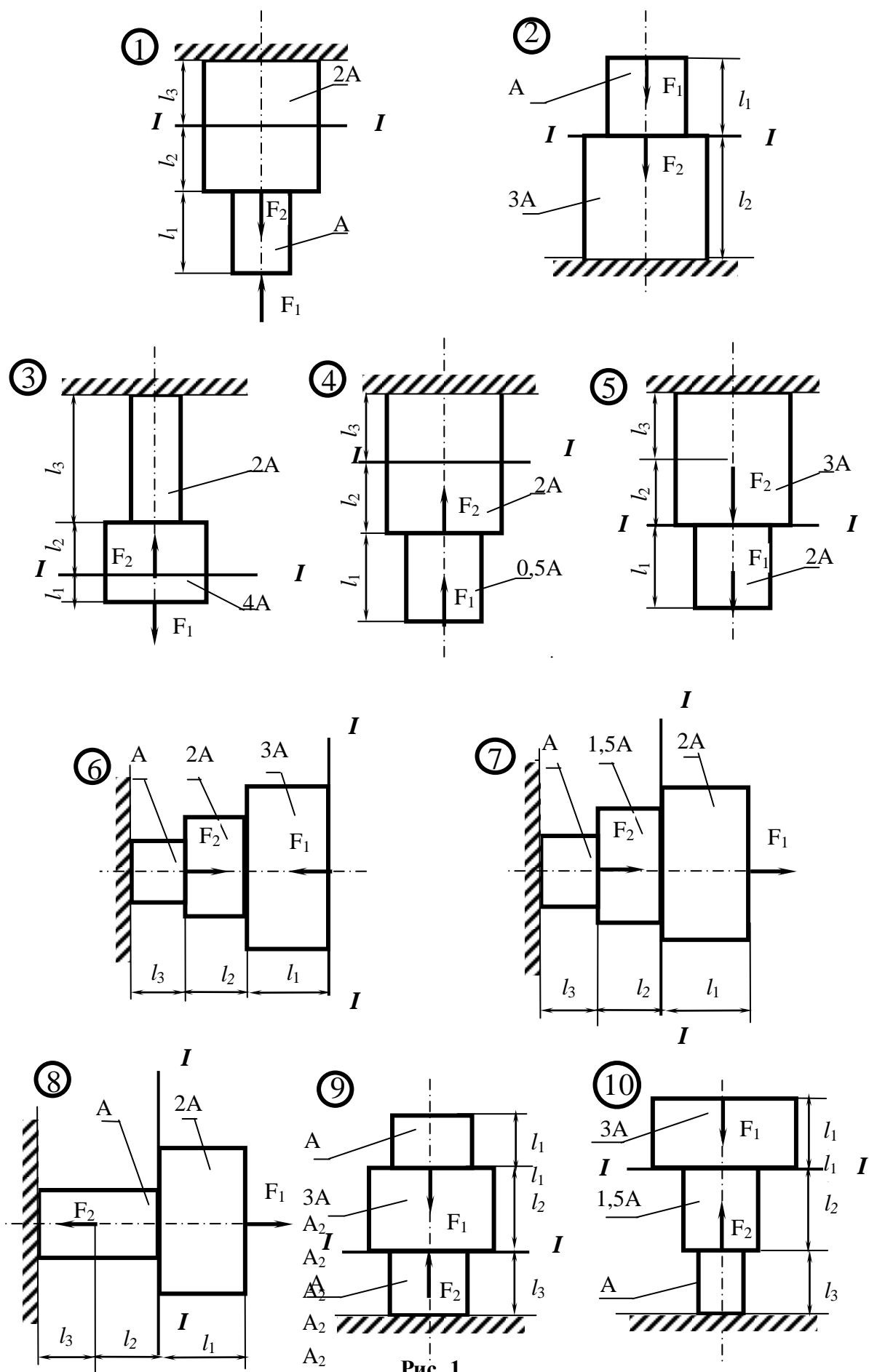


Рис. 1

1.2. Расчет статически неопределимых систем

Задача №2

Подобрать сечение стальных стержней, поддерживающих абсолютно жесткий брус, по данным одного из вариантов показанных на рис. 2.

Если первый стержень круглого сечения с диаметром d , второй прямоугольного сечения с отношением высоты к ширине равным 2, допускаемые напряжения на растяжение 160 МПа , на сжатие 200 МПа . Данные взять из таблицы № 2.

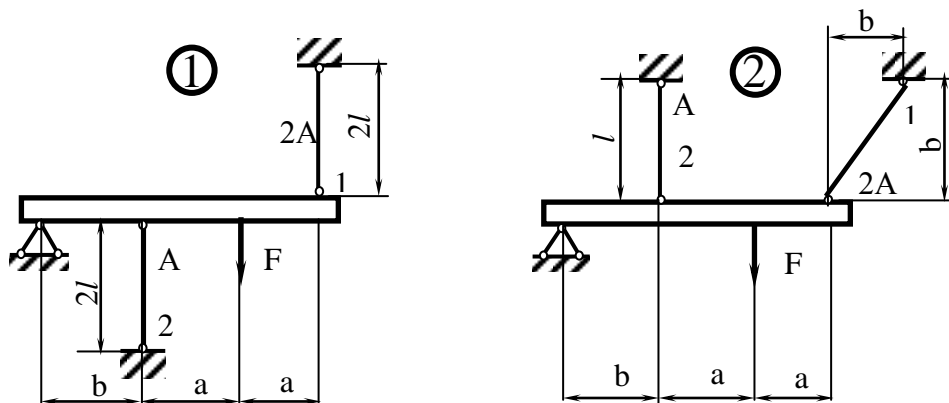
1.2.1. Порядок выполнения работы

1. Вычертить схему в масштабе.
2. Расставить все действующие силы на систему и определить степень статической неопределимости.
3. Составить уравнения равновесия системы, используя равенство нулю суммы моментов внешних сил относительно шарнирно - неподвижной опоры.
4. Рассмотреть геометрическую сторону задачи, изобразив систему в деформированном состоянии. Записать соотношения между перемещениями стержней 1 и 2.
5. Рассмотреть физическую сторону задачи, выразив по закону Гука деформации стержней через действующие в них усилия N .
6. Решить совместно уравнения статики и перемещений.
7. Из условия прочности определить размеры сечения стержней, округлив их по ГОСТу 6636 – 72 (приложение 1).

Таблица 2

Исходные данные

№ строки	№ схемы	F кН	a м	b м	l м	№ строки	№ схемы	F кН	a м	b м	l м
0	10	20	1,0	2,0	1	5	5	45	1,5	1,5	3
1	1	25	1,1	1,9	2	6	6	50	1,6	1,4	2
2	2	30	1,2	1,8	4	7	7	55	1,7	1,3	4
3	3	35	1,3	1,7	2	8	8	60	1,8	1,2	2
4	4	40	1,4	1,6	3	9	9	65	1,9	1,1	1
	ν	a	b	ν	a		ν	a	b	ν	a



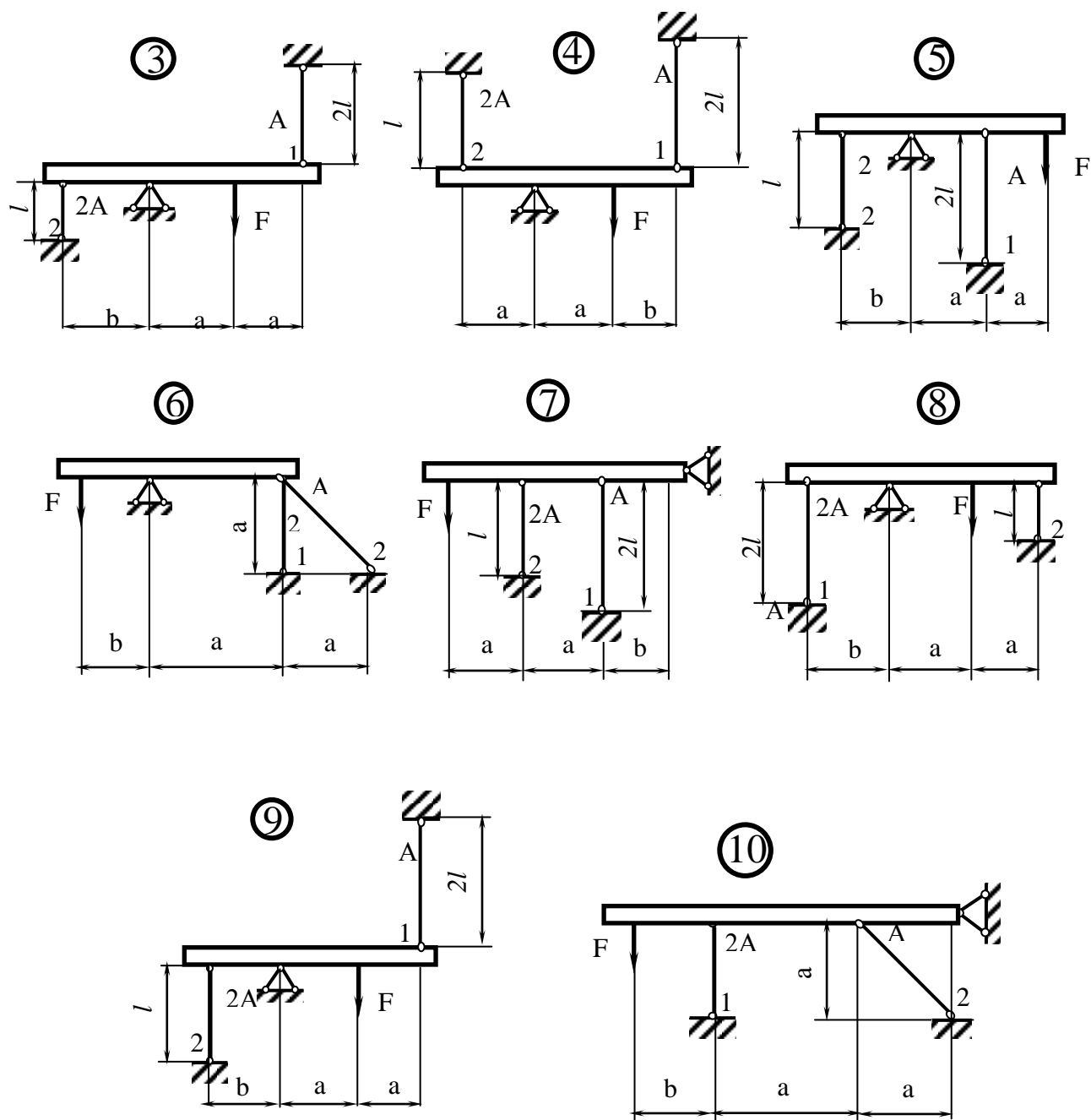


Рис. 2

2. Кручение

Задача №3

К стальному валу (рис.3), лежащему в подшипниках, приложены в заданных сечениях скручивающие моменты. Определить из условия прочности и жесткости диаметры отдельных его участков и округлить их по ГОСТу 6636-72 (приложение 1) в большую сторону.

Таблица 3

Исходные данные

№ строки	№ схемы	P_1 кВт	P_2 кВт	P_3 кВт	n об/мин	$[\tau]$ МПа
0	10	10	20	100	1000	100
1	1	11	21	10	100	110
2	2	12	22	20	200	120
3	3	13	23	30	300	130
4	4	14	24	40	400	120
5	5	15	25	50	500	110
6	6	16	26	60	600	100
7	7	17	27	70	700	70
8	8	18	28	80	800	80
9	9	19	29	90	900	90
	<i>в</i>	<i>а</i>	<i>б</i>	<i>б</i>	<i>а</i>	<i>в</i>

3. Геометрические характеристики плоских сечений

Задача №4

Для заданного сечения (рис.4) определить аналитически положение главных осей и главные моменты инерции.

Данные взять из таблицы 4.

Таблица 4

Исходные данные

№ строки	№ схемы	Номер двугавра	Размеры уголка	Номер швеллера
0	10	10	70×70×7	10
1	1	12	80×80×8	12
2	2	14	90×90×9	14
3	3	16	100×100×10	16
4	4	18	110×110×10	18
5	5	20	50×50×5	20
6	6	22	55×55×5	22
7	7	24	40×40×4	24
8	8	27	63×63×6	27
9	9	30	75×75×7	30
	<i>в</i>	<i>а</i>	<i>б</i>	<i>в</i>

3.1. Порядок выполнения работы

1. Вычертить сечение в масштабе М 1:2.
2. Из таблиц сортамента (приложение 4,5,6,7) выписать необходимые для решения задачи геометрические характеристики.
3. Проставить все необходимые размеры в буквах.
4. Проставить координаты центров тяжести каждого профиля относительно выбранных вспомогательных осей Х и У.
5. Определить положение центра тяжести составного сечения, указав на чертеже его координаты и провести центральные оси.

6. Проставить на чертеже расстояния между соответствующими центральными осями каждого профиля и центральными осями всего составного сечения.
7. Вычислить значения осевых и центробежного моментов инерции всего сечения относительно центральных осей, пользуясь правилом параллельного переноса осей.
8. Определить положение главных центральных осей и построить их на чертеже.
9. Вычислить главные центральные моменты инерции сечения.

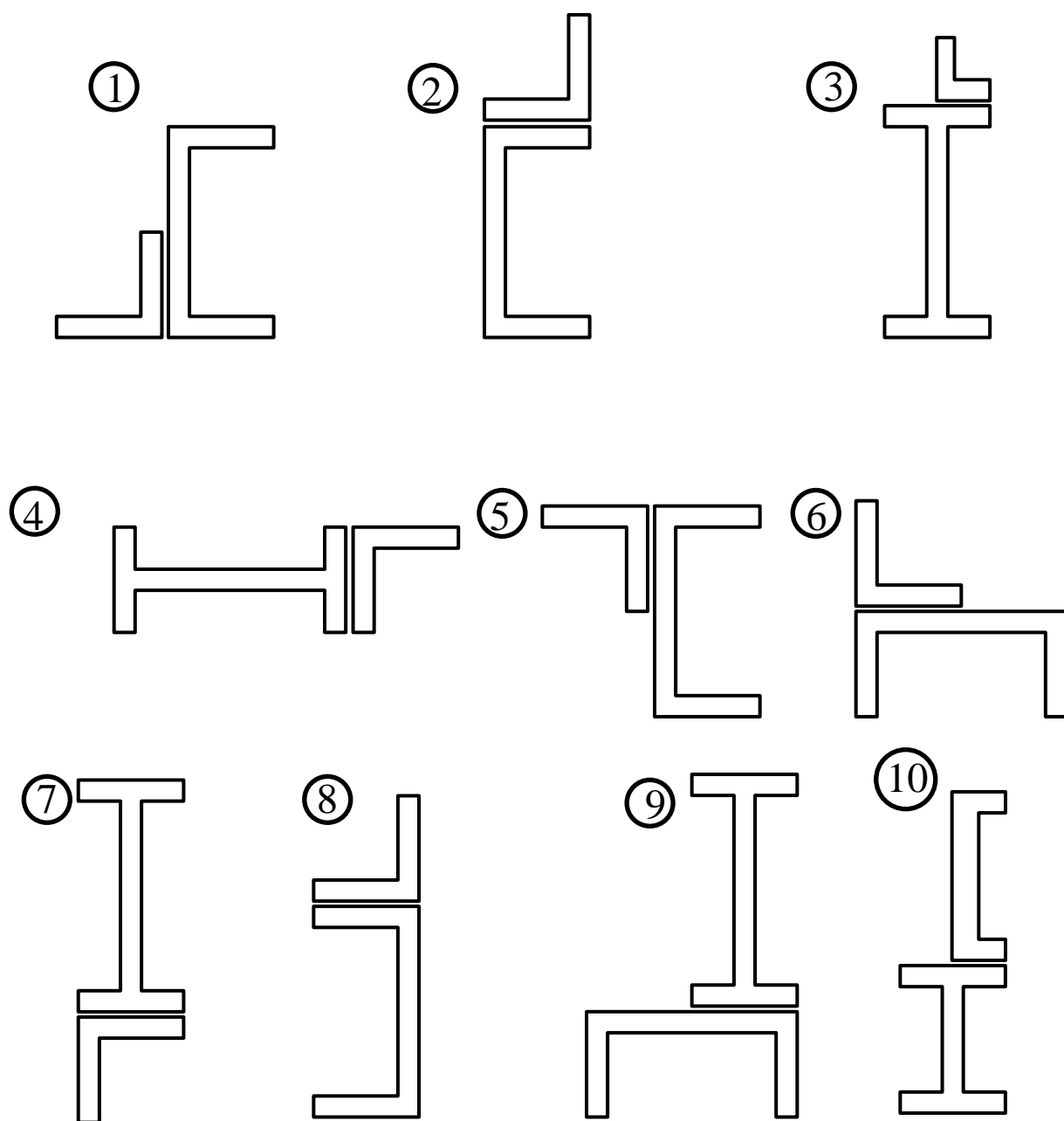


Рис. 4