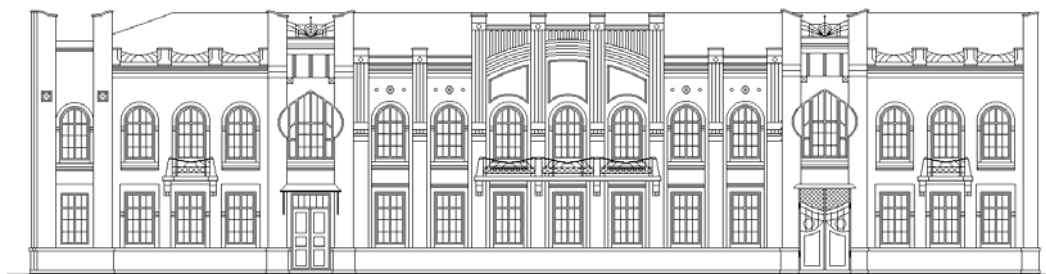


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА СОПРОТИВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ И СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ



# СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ (ОБЩИЙ КУРС)

Методические указания и задания к контрольным работам  
для студентов заочной формы обучения  
всех строительных специальностей

Краснодар  
2007

Составитель: канд. физ.-мат. наук, доц. С.Ю. Молдаванов

УДК 539.3/8

Сопротивление материалов (общий курс): Методические указания и контрольные задания для студентов заочной формы обучения всех строительных специальностей / С.Ю. Молдаванов – Краснодар: Изд. КубГТУ, 2007. – 24 с.

Предлагаемые методические указания составлены в соответствии с требованиями ГОС ВПО по направлению подготовки 653500 «Строительство», а также на основании примерной программы по дисциплине «Сопротивление материалов» для направлений подготовки в области техники и технологий, сельского и рыбного хозяйства, утвержденной Департаментом образовательных программ и стандартов высшего образования Министерства образования Российской Федерации в 2001 года (индекс ОПД Ф02. 01).

Методические указания содержат краткое содержание общего курса дисциплины «Сопротивление материалов», список рекомендованной и дополнительной литературы, а также вопросы для самопроверки. В предлагаемом издании приведены задания к контрольным работам для студентов-заочников всех строительных специальностей КубГТУ. Рассмотрены примеры выполнения контрольных задач и основные требования к оформлению контрольных работ.

При разработке заданий и исходных данных для выполнения контрольных работ использованы методические указания и контрольные задания по сопротивлению материалов для студентов-заочников, утвержденные Главным учебно-методическим управлением высшего образования в 1990 и 1985 годах.

Предназначены для студентов 3-го и 4-го курсов всех строительных специальностей заочной формы обучения.

Ил. 11. Табл. 11.

## ВВЕДЕНИЕ

Современная действительность требует ускорения научно-технического прогресса, повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции, снижения материалоемкости строительных конструкций. Исключительная роль в обеспечении этого процесса принадлежит инженерам-строителям. Значительная роль в формировании облика современных инженеров отводится дисциплинам общеинженерного цикла и, в частности, дисциплине «Соппротивление материалов». Создавая новую конструкцию, инженер назначает первоначальные размеры ее элементов, проводя прочностные расчеты методами сопротивления материалов. Дальнейший расчет конструкций, как правило, производится с помощью ЭВМ численными методами с использованием пакетов прикладных программ. Однако для анализа достоверности получаемых результатов используется сравнение с результатами расчетов по упрощенным моделям методами сопротивления материалов.

*Цель дисциплины «Соппротивление материалов»* состоит в обеспечении базы инженерной подготовки, теоретическая и практическая подготовка в области прикладной механики деформируемого твердого тела, развитие инженерного мышления, приобретение знаний, необходимых для изучения последующих дисциплин.

*Задачами дисциплины «Соппротивление материалов»* являются овладение теоретическими основами и практическими методами расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций и машин, необходимыми как при изучении дальнейших дисциплин, так и в практической деятельности дипломированных специалистов, ознакомление с современными подходами к расчету сложных систем, элементами рационального проектирования конструкций.

Наука о сопротивлении материалов базируется на знаниях, полученных при изучении теоретической механики. В курсе «Соппротивление материалов» широко используется математический аппарат дифференциального и интегрального исчисления. В вопросах, связанных с объяснением процессов деформирования и разрушения тел, «Соппротивление материалов» опирается на достижения физики твердого тела. «Соппротивление материалов» в свою очередь является основой для изучения целого ряда прикладных инженерных дисциплин: «Детали машин и механизмов», «Статика и динамика сооружений», «Строительные конструкции» и т.д.

Требования к знаниям и навыкам, приобретенным в результате изучения дисциплины, связаны с характером направления деятельности специалиста. Студенты строительных специальностей, изучившие дисциплину «Соппротивление материалов», должны уметь производить расчеты на прочность и жесткость стержней и стержневых систем при растяжении или сжатии, кручении, изгибе, а также сложном нагружении при статическом и ударном приложении нагрузок.

## 1 ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Сопротивление материалов – одна из наиболее сложных инженерных дисциплин, изучаемых в высших технических учебных заведениях. Занятия по этому курсу должны обязательно сопровождаться составлением конспекта. В процессе изучения данной дисциплины каждый студент обязан освоить решение типовых задач и выводы основных формул сопротивления материалов. При этом необходимо обращать особое внимание на физическую сущность явления, а также на те допущения и гипотезы, которые делаются в процессе выводов расчетных формул.

После изучения каждой темы следует ответить на вопросы для самопроверки, что способствует лучшему усвоению пройденного материала. До сдачи зачета или экзамена по курсу «Сопротивление материалов» необходимо выполнить контрольные работы и пройти лабораторный практикум. Перед каждым лабораторным занятием преподаватели дают необходимые пояснения; помимо того, студентам рекомендуется пользоваться имеющимися на кафедре методическими указаниями к лабораторным работам по сопротивлению материалов. В лаборатории студенты обязаны детально ознакомиться с образцами, испытательными машинами и измерительными приборами. При проведении эксперимента студенты должны сделать соответствующие записи в журнале и обработать результаты наблюдений.

В процессе изучения общего курса «Сопротивления материалов» помимо конспекта лекций, разработанного кафедрой «Сопротивления материалов и строительной механики» КубГТУ, студенты могут использовать ниже приведенный список учебной литературы.

### *Основная литература*

1. Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П. Сопротивление материалов – М.: Высшая школа, 2000. – 560 с.
2. Степин П.А. Сопротивление материалов – М.: ИНТЕГРАЛ-ПРЕСС, 1997. – 320 с.
3. Варданян Г.С. и др. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности. - М.: изд. Ассоц. строит. вузов, 1995. – 572 с.
4. Александров А.В., Потапов В.Д. Основы теории упругости и пластичности – М.: Высшая школа, 1990. – 400 с.
5. Терегулов И.Г. Сопротивление материалов и основы теории упругости и пластичности. – М.: Высшая школа, 1986. – 472 с.
6. Ицкович Г.М., Минин Л.С., Винокуров А.И. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов. – М.: Высшая школа, 2001. – 592 с.
7. Вольмир А.С. и др. Сборник задач по сопротивлению материалов. – М.: Наука, 1984. – 407 с.
8. Рекач В.Г. Руководство к решению задач прикладной теории упругости. – М.: Высшая школа, 1984. – 287 с.

### *Дополнительная литература*

1. Г.С. Писаренко и др. Сопротивление материалов. – Киев: Вища школа, 1979 г. – 696 с.
2. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. – М.: изд. МГТУ, 1999 – 591 с.
3. Беляев Н.М. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1976. – 608 с.
4. Дарков А.В., Шпиро Г.С. Сопротивление материалов. – М.: Высшая школа, 1989. – 622 с.
5. Заславский Б.В. Краткий курс сопротивления материалов М.: Машиностроение, 1986. –328 с.
6. Долинский Ф.В., Михайлов М.Н. Краткий курс сопротивления материалов – М.: Высшая школа, 1988. – 437 с.
7. Тимошенко С.П., Гере Дж. Механика материалов. – М.: Мир, 1976. – 669 с.
8. Качурин В.К. Сборник задач по сопротивлению материалов. – М.: Высшая школа, 1980 г. – 460 с.
9. Лихарев К.К., Сухова Н.А. Сборник задач по курсу сопротивление материалов – М.: Машиностроение, 1980. – 224 с.
10. Миролубов И.Н. и др. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов – М: Высшая школа, 1985. – 399 с.
11. Фесик С.П. Справочник по сопротивлению материалов – Киев: Будивельник, 1982 г. – 280 с.

## 2 УКАЗАНИЯ О ПОРЯДКЕ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с утвержденным учебным графиком для студентов-заочников всех строительных специальностей изучение дисциплины «Сопротивление материалов» предусмотрено в 6 и 7 учебных семестрах. Каждый студент-заочник специальностей 270102, 270105 и 270115 в процессе изучения общего курса сопротивления материалов выполняет две контрольные работы. Контрольная работа №1 (6 семестр) состоит из задач 1–6, а контрольная работа №2 (7 семестр) – из задач 7 –12.

Для студентов МИППС, изучающих общий курс сопротивления материалов в течении одного семестра, учебным графиком предусмотрено выполнение одной контрольной работы. В этом случае в состав контрольной работы №1 входят задачи 1, 3, 6, 8, 9 и 11.

Студент обязан взять исходные данные для решения задач из соответствующих таблиц, используя номер своей зачетной книжки. Шифром считаются три последние цифры, например, если номер зачетной 06-ЗС-1056, то учебным шифром будет 056. Если номер зачетной книжки двузначный, например 06-ЗСс-23, то следует 32 записать дважды (3232) и взять три последние цифры 232. Каждая таблица вариантов разделена на три части. Для получения исходных данных надо выписать из таблицы три строчки: одну, отвечающую первой цифре шифра; вторую, отвечающую второй (средней)

цифре, и третью, отвечающую последней – третьей цифре шифра. **Работы, выполненные с нарушением этих указаний, не зачитываются и возвращаются без рассмотрения.**

Не следует приступать к выполнению контрольных заданий, не изучив соответствующего раздела курса. Если основные положения теории усвоены слабо и студент обратил мало внимания на подробно разобранные в методических указаниях примеры, то при выполнении контрольных работ возникнут большие затруднения. Несамостоятельно выполненные контрольные работы не дают возможности преподавателю-рецензенту вовремя заметить недостатки в работе студента-заочника. В результате студент не приобретает необходимых знаний и оказывается неподготовленным к экзамену. **Все контрольные работы обязательно подлежат защите в установленном кафедрой порядке.**

В заголовке контрольной работы должны быть четко написаны: номер контрольной работы, название дисциплины, фамилия, имя и отчество студента (полностью), название факультета и специальности, учебный шифр, дата отсылки работы, точный почтовый адрес. **Контрольные работы, выполненные не в соответствии с данными методическими указаниями, кафедрой не рецензируются.**

Каждую контрольную работу следует оформлять в особой тетради или на листах формата А4, помещенных в общий файл. Текст работы выполняется чернилами или пастой черного, синего или фиолетового цветов четким почерком, с полями 5 см для замечаний рецензента. **Распечатка текста контрольной работы на принтере не допускается.**

Перед решением задачи необходимо полностью записать ее условие и численные значения исходных данных. Перед каждой расчетной операцией необходимо дать краткое пояснение смысла и последовательности выполнения данного этапа расчета. Приступая к выполнению каждого пункта расчета, следует иметь в виду, что некоторые буквенные обозначения введены лишь как исходные данные. Все расчеты должны выполняться с соблюдением правил приближенных вычислений с точностью до двух цифр после запятой, кроме особо оговоренных случаев. При оформлении контрольной работы в обязательном порядке необходимо указывать размерность всех величин.

Чертежи в работе должны быть выполнены аккуратно, карандашом или черной ручкой, в выбранном масштабе, с помощью чертежных инструментов. Характерные ординаты эпюр и графиков, оси и другие величины рекомендуется выделять цветом, отличным от основного. На чертежах следует проставлять как буквенные, так и численные значения размеров, нагрузок и реакций опор.

По получении проверенной контрольной работы студент должен исправить в ней все отмеченные ошибки и выполнить все сделанные ему указания. **При исправлении контрольной работы не разрешается стирать вопросы**

и замечания, сделанные преподавателем. Отдельно от работы исправления не рассматриваются. Исправленные контрольные работы отсылаются на кафедру для повторного рецензирования. Полностью исправленные работы допускаются к защите.

### 3 КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

#### ЗАДАЧА 1. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ

Для заданного поперечного сечения (рис. 1), составленного из прокатных профилей, требуется:

- 1) определить положение центра тяжести поперечного сечения;
- 2) найти осевые и центробежные моменты инерции относительно случайных осей, проходящих через центр тяжести сечения ( $x_c$  и  $y_c$ );
- 3) определить направление главных центральных осей ( $u$  и  $v$ );
- 4) найти моменты инерции относительно главных центральных осей;
- 5) вычертить сечение в масштабе 1:2 и указать на нем все размеры в числах и все оси.

Исходные данные для решения задачи взять из таблицы 1.

При решении задачи все необходимые данные необходимо выбирать из таблиц сортамента прокатной стали. Ни в коем случае не допускается заменять части прокатных профилей прямоугольниками.

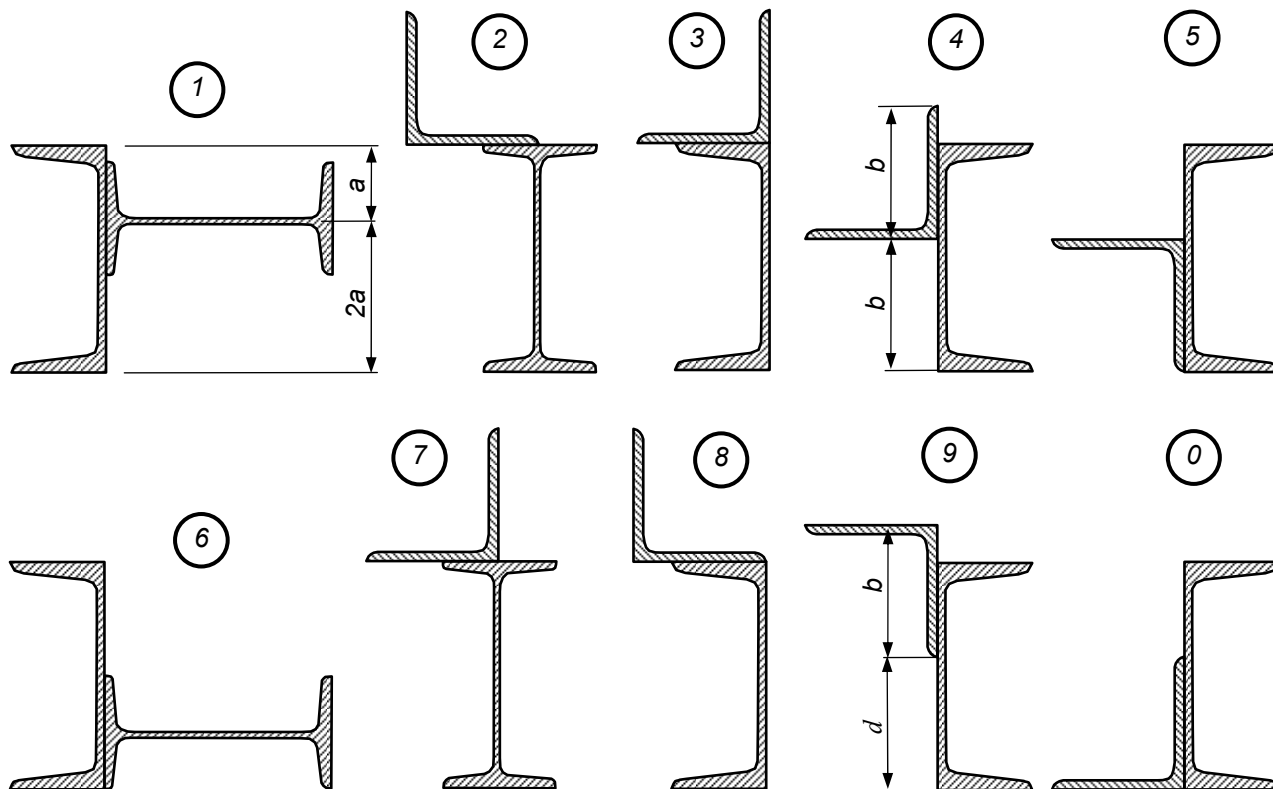


Рисунок 9

Таблица 1

Первая цифра шифра	Швеллер	Вторая цифра шифра	Равнобокий уголок	Третья цифра шифра	Двутавр	Тип сечения
1	14	1	80×80×8	1	24	1
2	16	2	80×80×6	2	20а	2
3	18	3	90×90×8	3	18	3
4	20	4	90×90×7	4	16	4
5	22	5	90×90×6	5	14	5
6	24	6	100×100×8	6	24а	6
7	27	7	100×100×10	7	22	7
8	30	8	100×100×12	8	20	8
9	33	9	125×125×10	9	22а	9
0	36	0	125×125×12	0	12	0

#### ЗАДАЧА 2. РАСЧЕТ СТУПЕНЧАТОГО СТЕРЖНЯ НА ОСЕВОЕ РАСТЯЖЕНИЕ

Стальной стержень (рис. 2) находится под действием продольных сил. Модуль упругости стали  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа. Расчетное сопротивление стали при растяжении и сжатии  $R_c = R_t = 160$  МПа. Для заданного статически определимого ступенчатого стержня требуется:

- 1) построить эпюру продольных сил;
- 2) из условия прочности подобрать площади поперечных сечений стержня;
- 3) построить эпюру нормальных напряжений в поперечных сечениях стержня;
- 4) построить эпюру перемещений.

Исходные данные для решения задачи взять из таблицы 2.

#### ЗАДАЧА 3. РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМОЙ СТЕРЖНЕВОЙ СИСТЕМЫ

Абсолютно жесткий брус (рис. 3) опирается на шарнирно неподвижную опору и прикреплен к двум стержням с помощью шарниров. Требуется:

- 1) найти усилия и напряжения в стержнях, выразив их через силу  $Q$ ;
- 2) найти величину допускаемой нагрузки, действующей на статически неопределимую стержневую систему  $Q_{дон}$ , приравняв максимальное напряжение, возникающее в стержнях, расчетному сопротивлению стали  $R = 160$  МПа;
- 3) найти предельную грузоподъемность системы  $Q_{max}$  и допускаемую нагрузку  $Q'_{дон}$  при заданном пределе текучести стали  $\sigma_y = 240$  МПа и коэффициенте запаса прочности  $k = 1,5$ ;
- 4) сравнить величину  $Q_{дон}$ , полученную из расчета по предельным со-



стояниям, с величиной  $Q'_{доп}$ , вычисленной из расчета по допускаемым нагрузкам.

Исходные данные для решения задачи взять из таблицы 2.

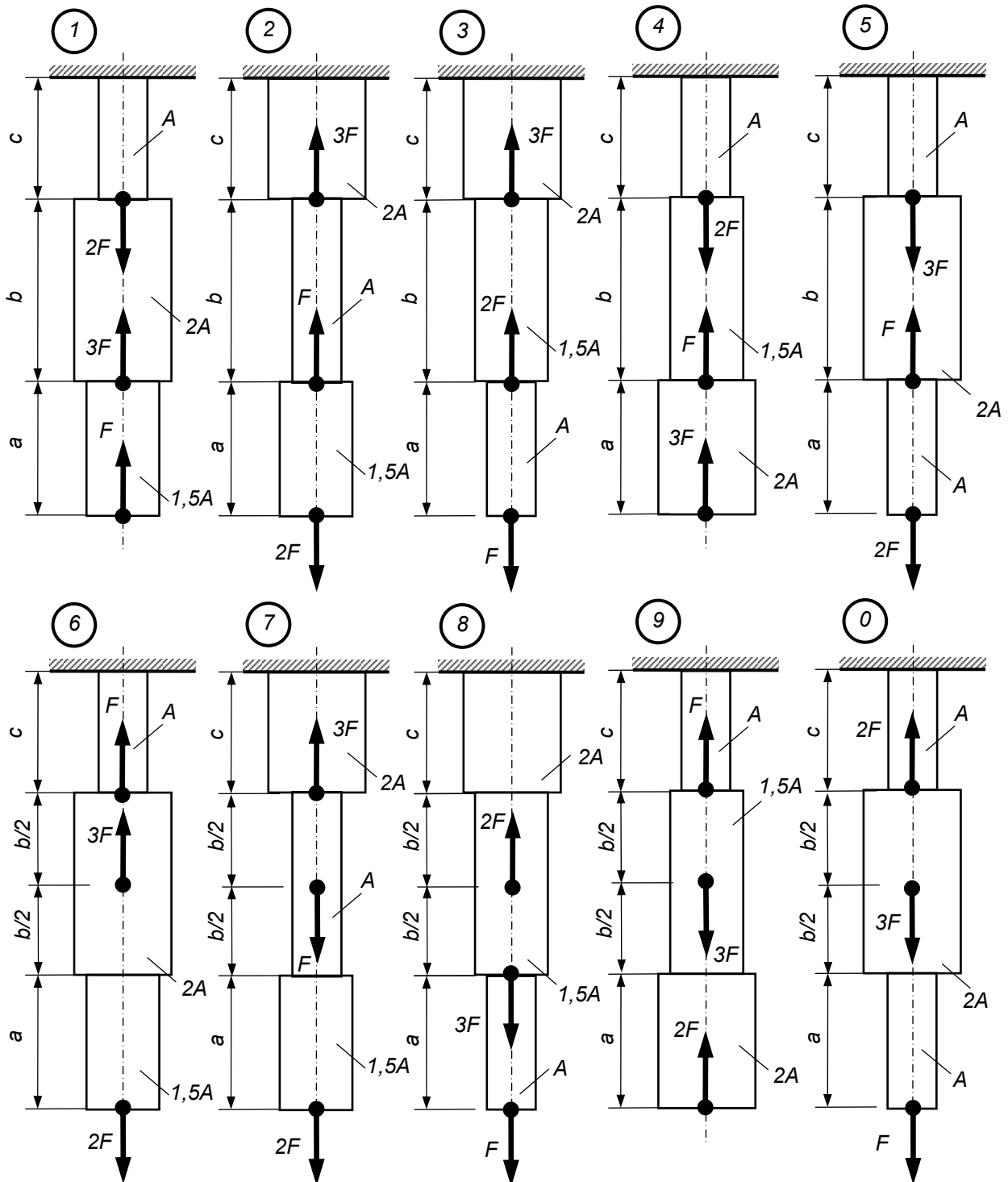


Рисунок 2

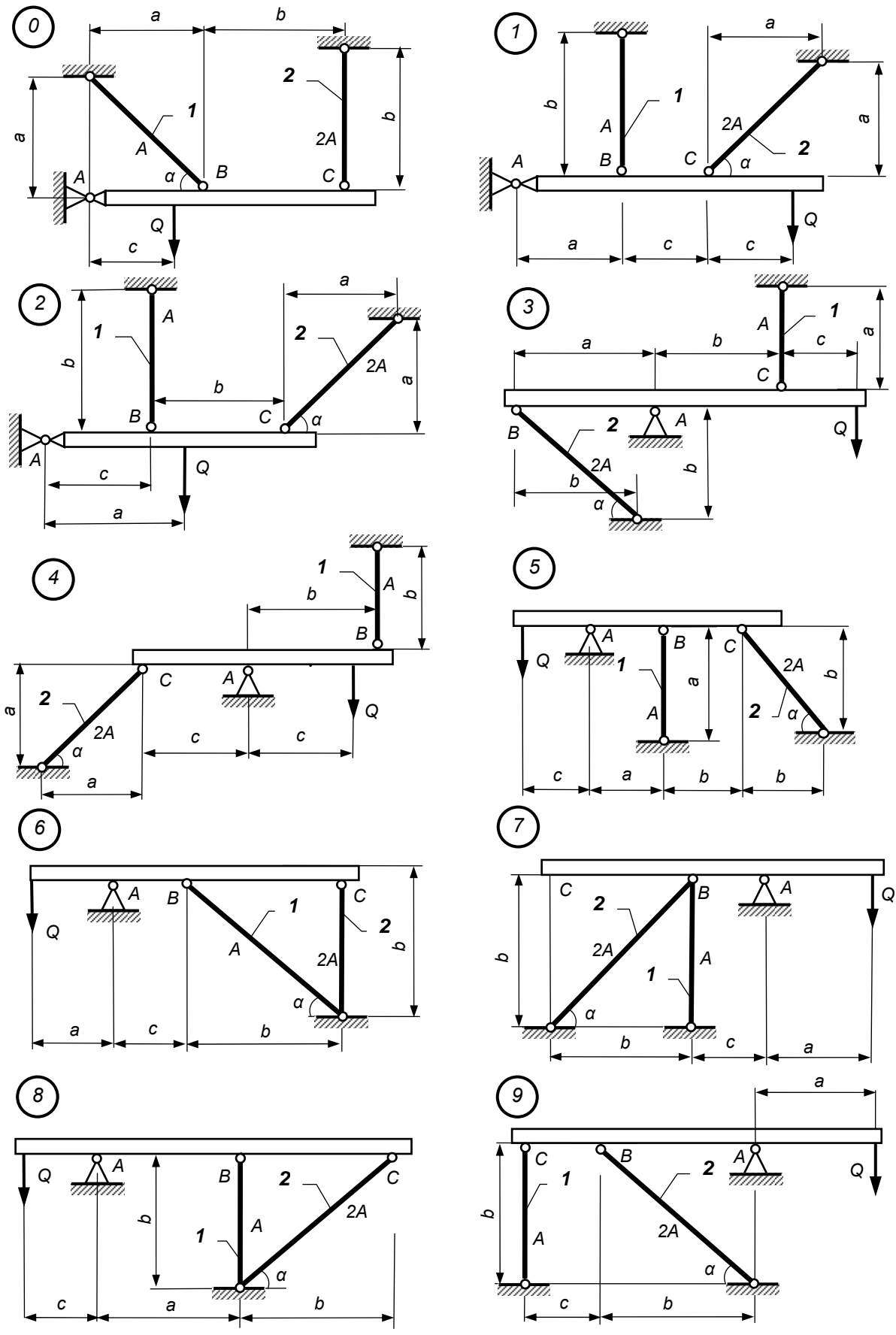


Рисунок 3

Таблица 2

Первая цифра шифра	$a$ (м)	Вторая цифра шифра	$b$ (м)	$F$ (кН)	Третья цифра шифра	$c$ (м)	$A$ (см <sup>2</sup> )	Схема
1	2,1	1	2,1	80	1	1,1	11	1
2	2,2	2	2,2	90	2	1,2	12	2
3	2,3	3	2,3	100	3	1,3	13	3
4	2,4	4	2,4	110	4	1,4	14	4
5	2,5	5	2,5	120	5	1,5	15	5
6	2,6	6	2,6	130	6	1,6	16	6
7	2,7	7	2,7	140	7	1,7	17	7
8	2,8	8	2,8	70	8	1,8	18	8
9	2,9	9	2,9	60	9	1,9	19	9
0	3,0	0	3,0	50	0	2,0	20	0

#### ЗАДАЧА 4. КРУЧЕНИЕ ВАЛА КРУГЛОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ

К стальному валу круглого поперечного сечения приложены три известных момента  $M_1$ ,  $M_2$  и  $M_3$  (рис. 4). Требуется:

- 1) установить, при каком значении момента  $X$  угол закручивания правого концевого сечения вала равен нулю;
- 2) построить эпюру крутящих моментов;
- 3) при заданном значении  $R_s$  определить диаметр вала из расчета на прочность и округлить его до ближайшего большего, равного 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100 мм;
- 4) построить эпюру углов закручивания;
- 5) найти наибольший относительный угол закручивания (на 1 м длины).

Исходные данные для решения задачи взять из таблицы 3.

Таблица 3

Первая цифра шифра	$a$ (м)	$M_1$ (кНм)	$R_s$ (МПа)	Вторая цифра шифра	$b$ (м)	$M_2$ (кНм)	Третья цифра шифра	$c$ (м)	$M_3$ (кНм)	Схема вала
1	1,1	1,1	35	1	1,1	1,1	1	1,1	1,1	1
2	1,2	1,2	40	2	1,2	1,2	2	1,2	1,2	2
3	1,3	1,3	45	3	1,3	1,3	3	1,3	1,3	3
4	1,4	1,4	50	4	1,4	1,4	4	1,4	1,4	4
5	1,5	1,5	55	5	1,5	1,5	5	1,5	1,5	5
6	1,6	1,6	60	6	1,6	0,6	6	1,6	1,6	6
7	1,7	1,7	65	7	1,7	0,7	7	1,7	1,7	7
8	1,8	1,8	70	8	1,8	0,8	8	1,8	1,8	8
9	1,9	1,9	75	9	1,9	0,9	9	1,9	1,9	9
0	2,0	2,0	80	0	2,0	1,0	0	2,0	2,0	0

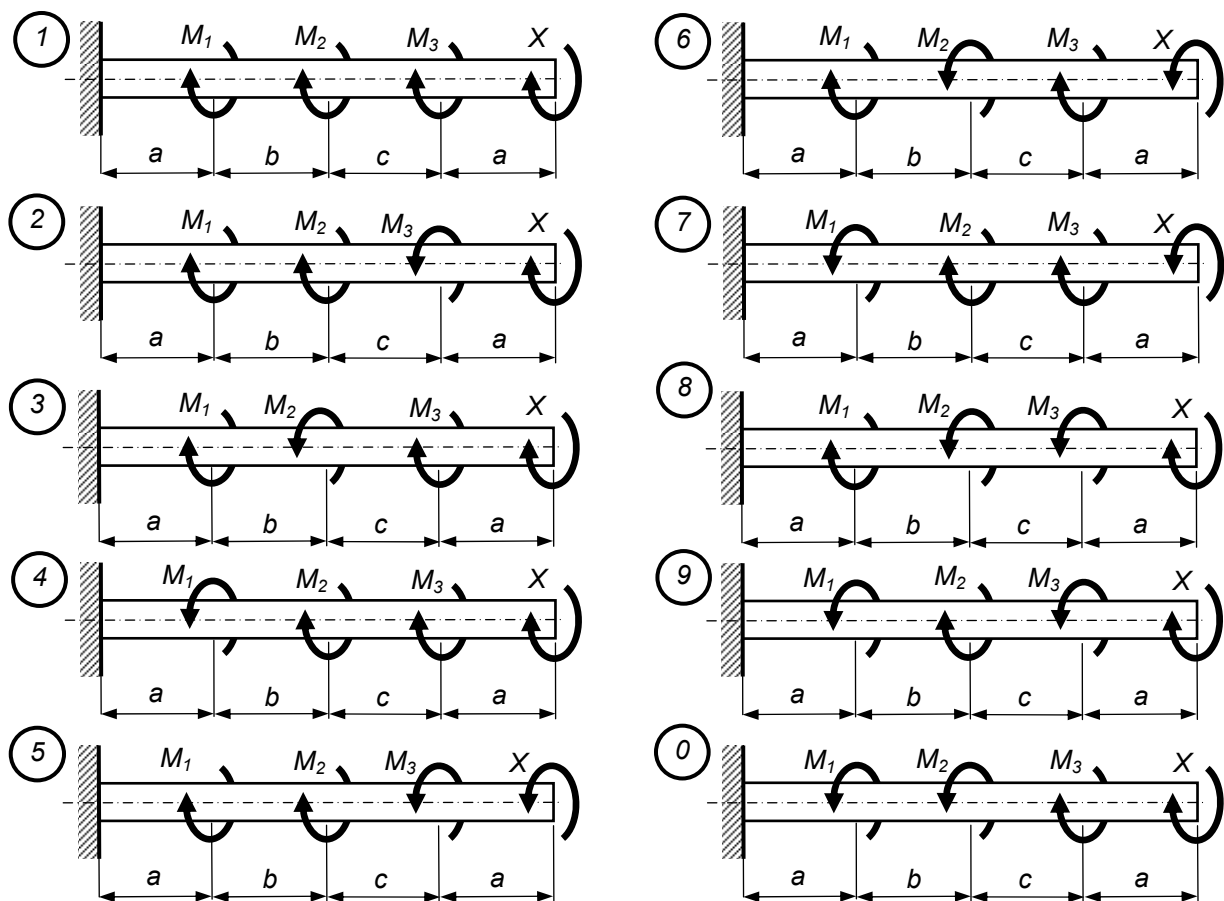


Рисунок 4

#### ЗАДАЧА 5. ПЛОСКОЕ НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ В ТОЧКЕ ТЕЛА

Стальной кубик (рис. 5) находится под действием сил, создающих плоское напряженное состояние. Требуется найти:

- 1) главные напряжения и направление главных площадок;
- 2) максимальные касательные напряжения;
- 3) относительные деформации  $\varepsilon_x$ ,  $\varepsilon_y$ ,  $\varepsilon_z$ ;
- 4) относительное изменение объема;
- 5) удельную потенциальную энергию деформаций.

Исходные данные для решения задачи взять из таблицы 4.

#### ЗАДАЧА 6. РАСЧЕТЫ НА ПРОЧНОСТЬ ПРИ ПЛОСКОМ ИЗГИБЕ

Для двух заданных схем изгибаемых балок (рис. 6) для каждого участка требуется записать выражения  $Q_y$  и  $M_x$  в общем виде. По полученным выражениям построить эпюры  $Q_y$  и  $M_x$ . Определить положение опасного сечения, установить величину  $M_{max}$  и подобрать:

- 1) для схемы а – деревянную балку круглого сечения при  $R = 8$  МПа;
- 2) для схемы б – стальную балку двутаврового поперечного сечения при  $R = 160$  МПа.

Исходные данные для решения задачи взять из таблицы 5.

Таблица 4

Первая цифра шифра	$\sigma_x$ (МПа)	Вторая цифра шифра	$\sigma_y$ (МПа)	Третья цифра шифра	$\tau_{xy}$ (МПа)	Схема задачи
1	10	1	10	1	10	1
2	20	2	20	2	20	2
3	30	3	30	3	30	3
4	40	4	40	4	40	4
5	50	5	50	5	50	5
6	60	6	60	6	60	6
7	70	7	70	7	70	7
8	80	8	80	8	80	8
9	90	9	90	9	90	9
0	100	0	100	0	100	0

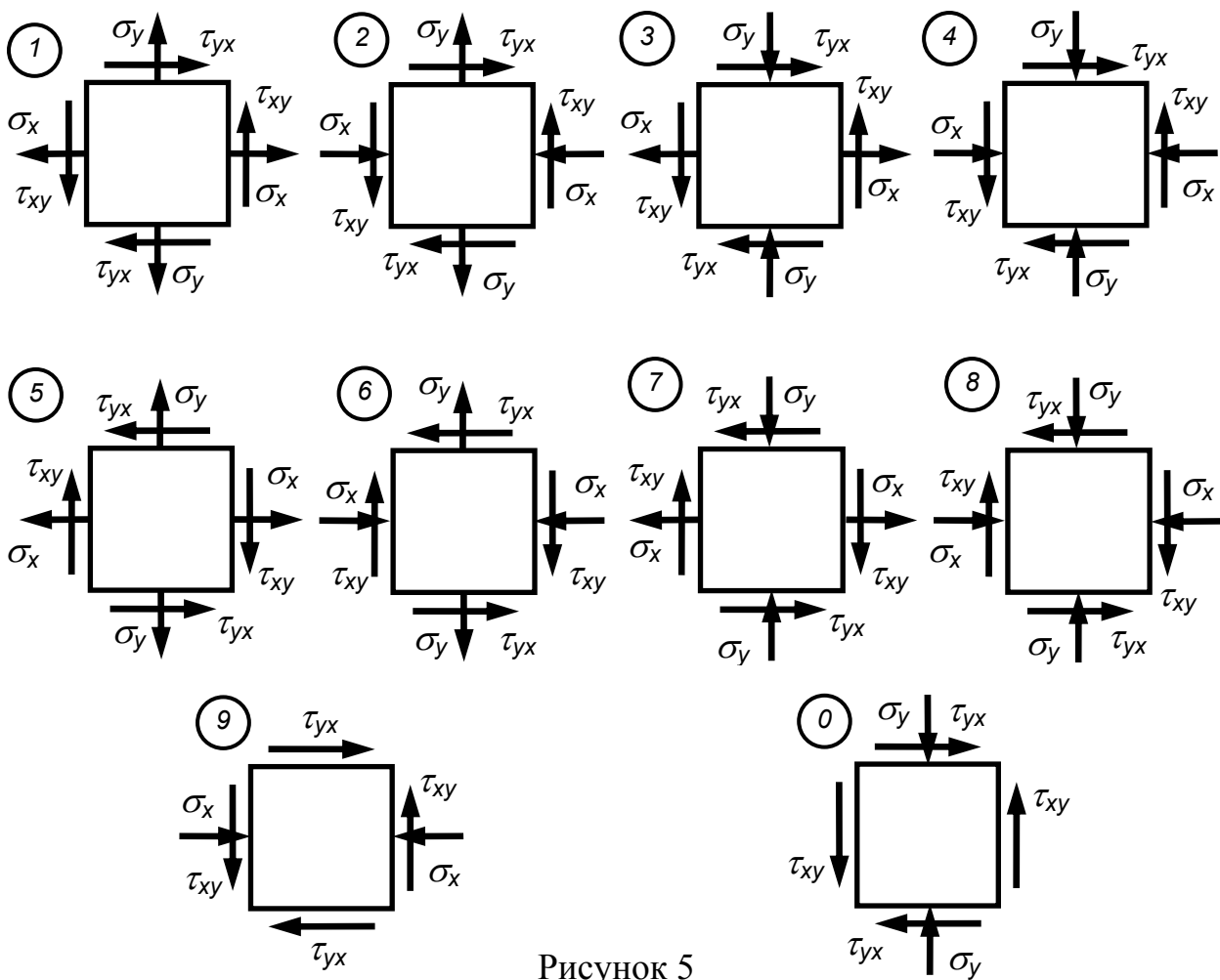


Рисунок 5

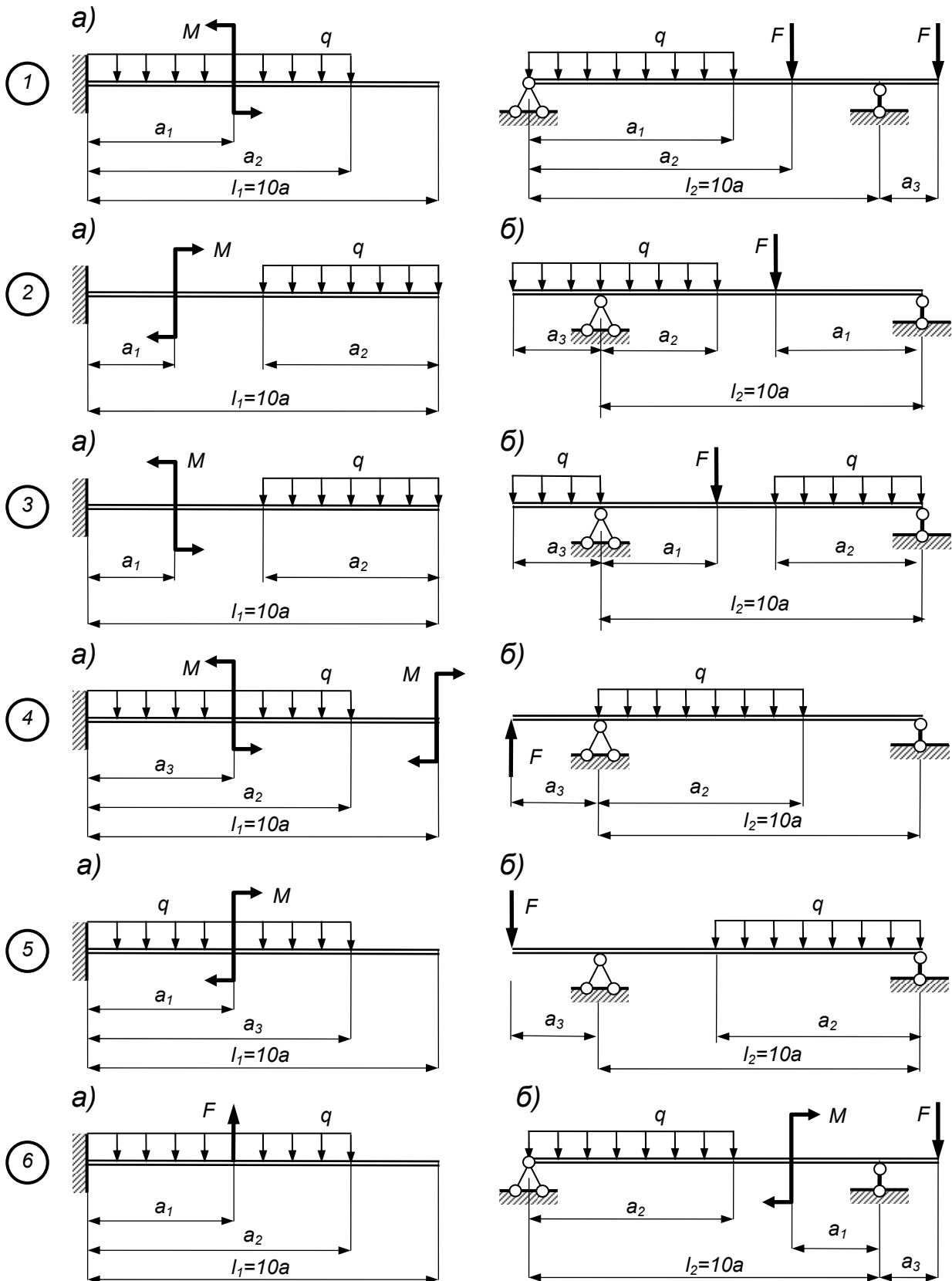


Рисунок 6

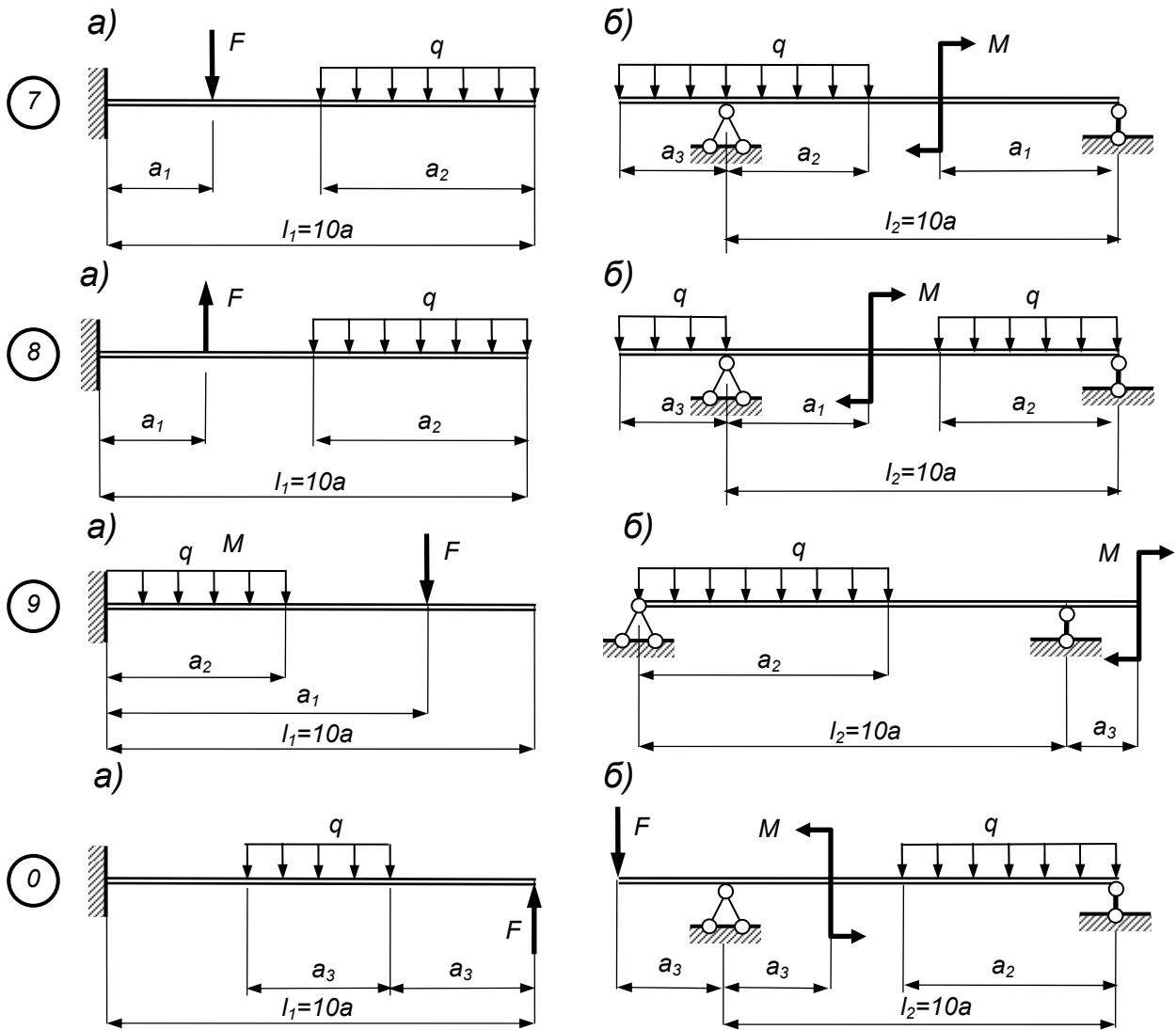


Рисунок 6 (окончание)

Таблица 5

Первая цифра шифра	$\frac{a_1}{a}$	$M$ (кНм)	Вторая цифра шифра	$\frac{a_2}{a}$	$l_1$ (м)	$F$ (кН)	Третья цифра шифра	$\frac{a_3}{a}$	$l_2$ (м)	$q$ (кН/м)	Схема
1	1	10	1	9	1,1	10	1	1	6	10	1
2	2	20	2	8	1,2	20	2	2	7	20	2
3	3	3	3	7	1,3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	6	1,4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	1,5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	1,6	6	6	1	6	6	6
7	7	7	7	7	1,7	7	7	2	7	7	7
8	8	8	8	8	1,8	8	8	3	8	8	8
9	9	9	9	9	1,9	9	9	4	9	9	9
0	10	10	0	10	2,0	10	0	5	10	10	0

ЗАДАЧА 7. РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМОЙ БАЛКИ

Таблица 6

Первая цифра шифра	$\alpha$	Вторая цифра шифра	$\beta$	Третья цифра шифра	Схема балки
1	0,1	1	0,1	1	0
2	0,2	2	0,2	2	9
3	0,3	3	0,3	3	8
4	0,4	4	0,4	4	7
5	0,5	5	0,5	5	6
6	0,6	6	0,6	6	5
7	0,7	7	0,7	7	4
8	0,8	8	0,8	8	3
9	0,9	9	0,9	9	2
0	1,0	0	1,0	0	1

Для заданной статически неопределимой балки (рис. 7) требуется:

- 1) найти величину изгибающего момента на левой опоре (в долях  $ql^2$ );
- 2) построить эпюры поперечных сил  $Q_y$  и изгибающих моментов  $M_x$ ;
- 3) построить эпюру прогибов  $v$  для заданной балки, вычислив три ординаты в пролете и две – на консольном участке.

Исходные данные для решения задачи взять из таблицы 6.

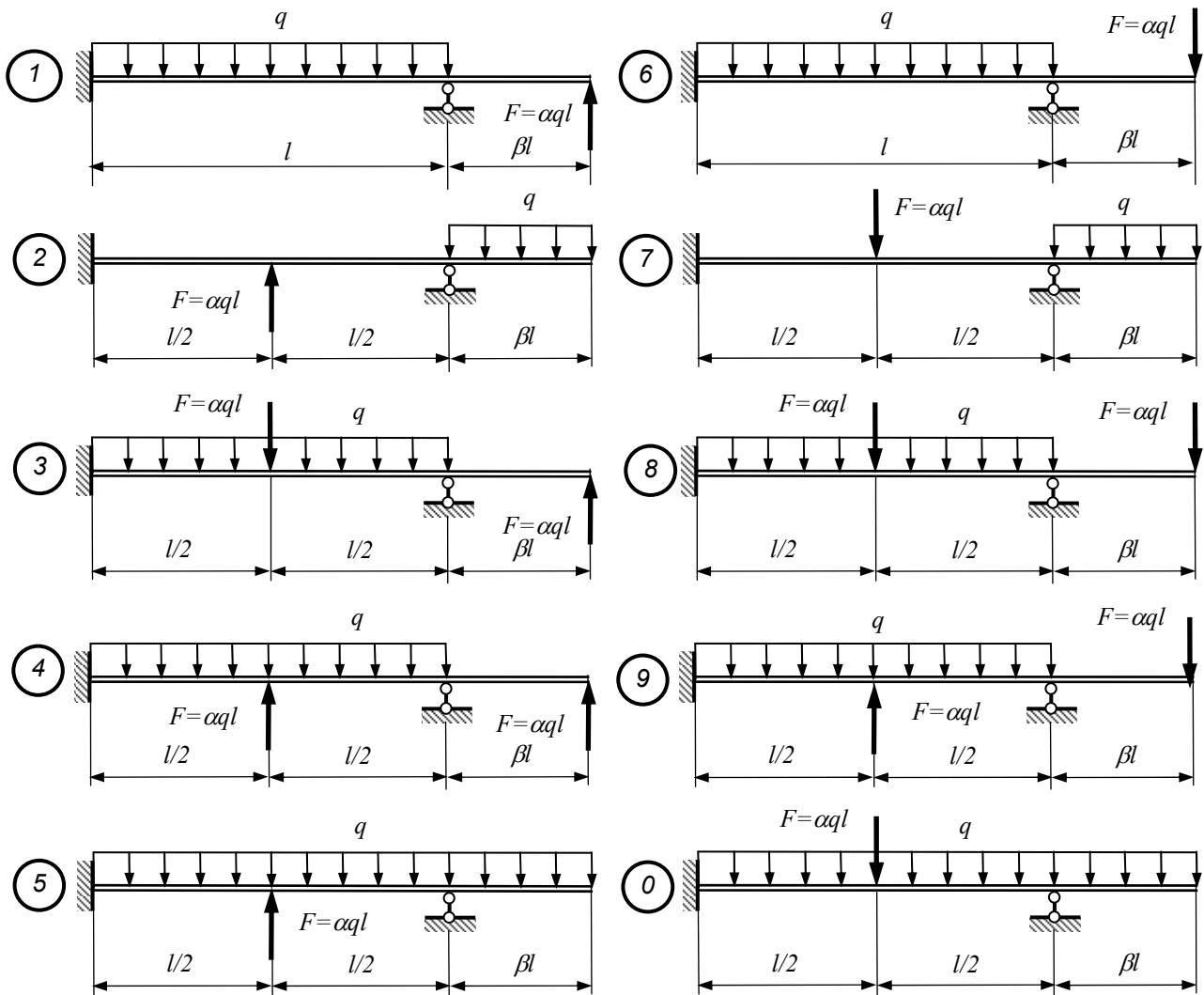


Рисунок 7



### ЗАДАЧА 8. КОСОЙ ИЗГИБ ПРЯМОГО БРУСА

Деревянная балка прямоугольного поперечного сечения загружена системой внешних сил, приложенных в вертикальной и горизонтальной плоскости (рис. 8). В опорных устройствах балки возникают реактивные усилия, действующие как на направлениях оси  $x$ , так и оси  $y$ . Требуется:

- 1) показать расчетные схемы балки в вертикальной и горизонтальной плоскостях и построить эпюры изгибающих моментов  $M_x$  и  $M_y$ ;
- 2) установить положение опасного сечения балки;
- 3) из условия прочности при косом изгибе подобрать необходимые размеры поперечного сечения балки при заданном соотношении  $h/b$  при расчетном сопротивлении материала  $R = 10$  МПа;
- 4) определить положение нейтральной линии в опасном сечении балки и построить для указанного сечения эпюру распределения нормальных напряжений в аксонометрии.

Исходные данные для решения задачи взять из таблицы 7.

Таблица 7

Первая цифра шифра	$a$ (м)	$q_1$ (кН/м)	$F_1$ (кН)	$h/b$	Вторая цифра шифра	$b$ (м)	$q_2$ (кН/м)	$F_2$ (кН)	Третья цифра шифра	$c$ (м)	Схема
1	1,1	2,0	2,0	1/3	1	2,0	1,1	2,0	1	1,0	0
2	1,2	1,9	2,5	1/2	2	1,9	1,2	2,5	2	0,9	9
3	1,3	1,8	3,0	1/1	3	1,8	1,3	3,0	3	0,8	8
4	1,4	1,7	3,5	2/1	4	1,7	1,4	3,5	4	0,7	7
5	1,5	1,6	4,0	3/1	5	1,6	1,5	4,0	5	0,6	6
6	1,6	1,5	2,0	4/1	6	1,5	1,6	4,0	6	1,0	5
7	1,7	1,4	2,5	1/1	7	1,4	1,7	3,5	7	0,9	4
8	1,8	1,3	3,0	2/1	8	1,3	1,8	3,0	8	0,8	3
9	1,9	1,2	3,5	3/1	9	1,2	1,9	2,5	9	0,7	2
0	2,0	1,1	4,0	4/1	0	1,1	2,0	2,0	0	0,6	1

### ЗАДАЧА 9. ВНЕЦЕНТРЕННОЕ СЖАТИЕ КОРОТКОЙ СТОЙКИ

Чугунный короткий стержень, поперечное сечение которого изображено на рис. 9, сжимается продольной силой  $F$ , приложенной в точке  $A$ . Требуется вычислить:

- 1) наибольшее растягивающее и наибольшее сжимающее напряжение в поперечном сечении, выразив эти напряжения через  $F$ , и размеры сечения стойки;

2) найти величину допускаемой нагрузки  $[F]$  при заданных размерах сечения и расчетных сопротивлениях для чугуна на сжатие  $R_c$  и на растяжение  $R_t$ .

Исходные данные для решения задачи взять из таблицы 8.

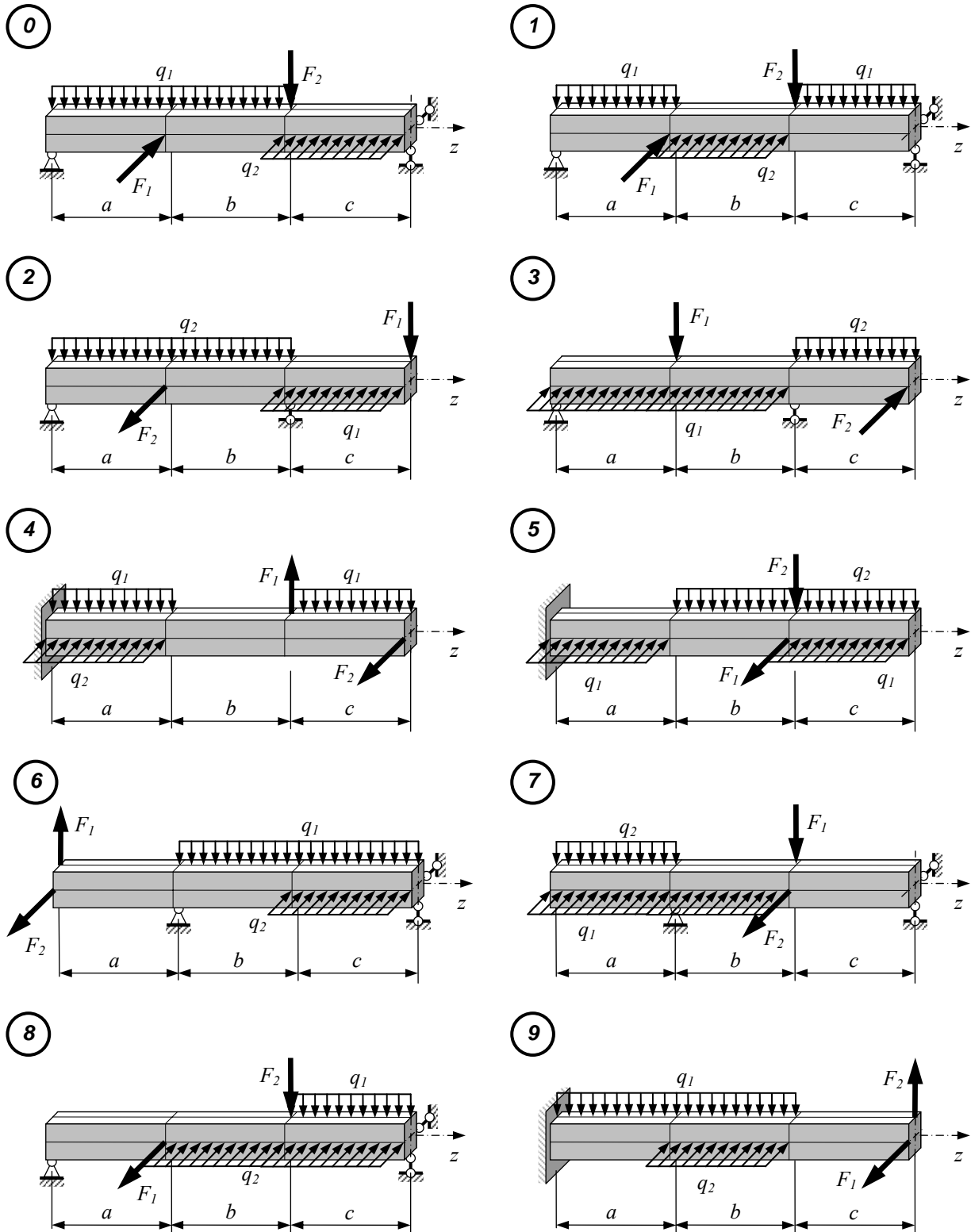


Рисунок 9

Таблица 8

Первая цифра шифра	$a$ (см)	$R_c$ (МПа)	Вторая цифра шифра	$b$ (см)	$R_t$ (МПа)	Третья цифра шифра	Схема
1	6	110	1	6	21	1	0
2	2	120	2	2	22	2	9
3	3	130	3	3	23	3	8
4	4	140	4	4	24	4	7
5	5	150	5	5	25	5	6
6	6	60	6	6	26	6	5
7	2	70	7	2	27	7	4
8	3	80	8	3	28	8	3
9	4	90	9	4	29	9	2
0	5	100	0	5	30	0	1

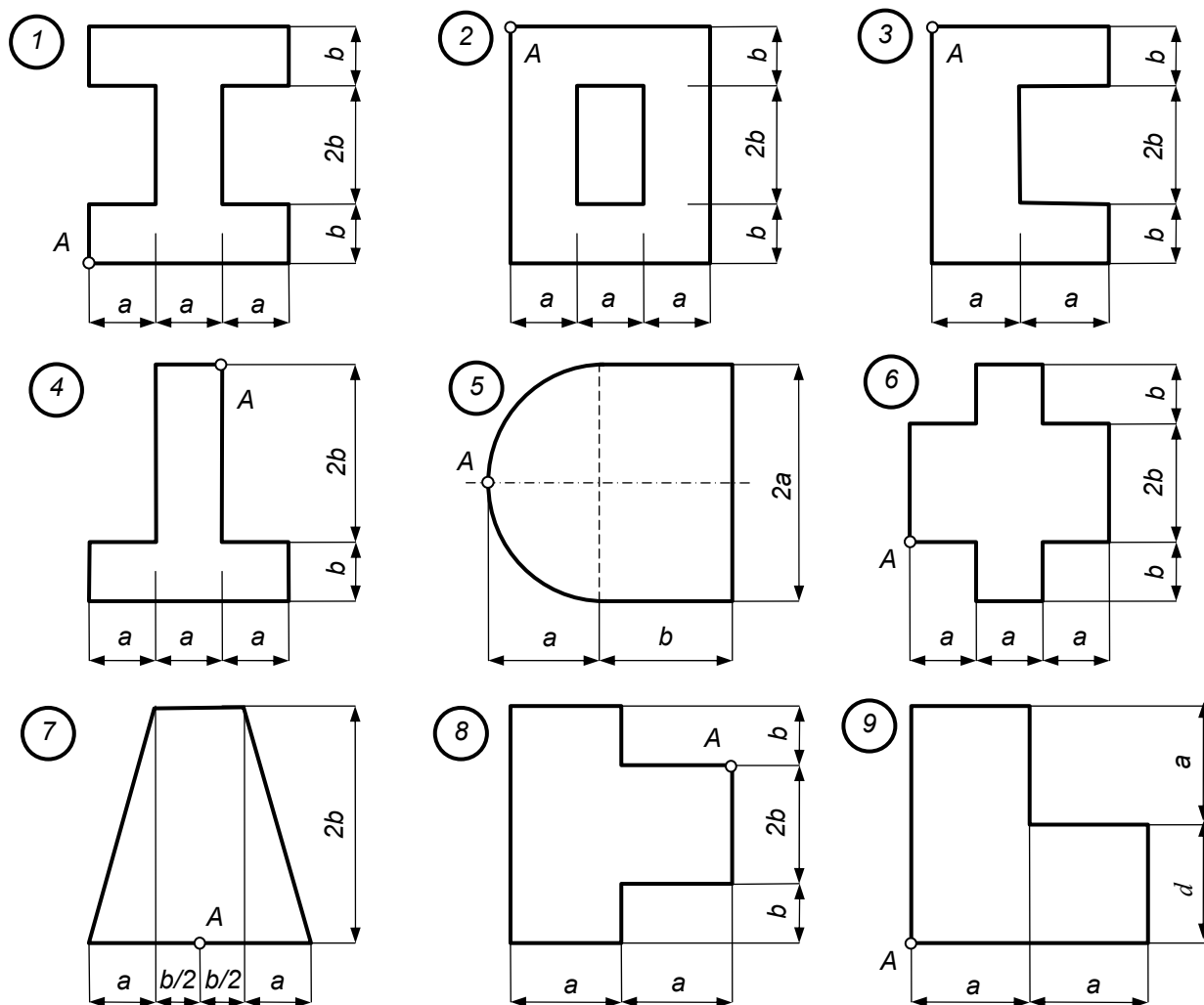


Рисунок 9

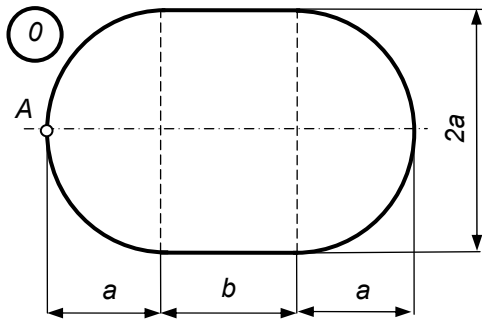


Рисунок 9 (окончание)

### ЗАДАЧА 10. РАСЧЕТ КРИВОГО БРУСА

Для заданного кривого бруса (рис. 10) построить эпюры изгибающих моментов  $M_x$ , продольных усилий  $N_z$  и поперечных сил  $Q_y$ . Установить положение опасного сечения кривого стержня и найти величину нормальных напряжений в крайних точках.

Исходные данные для решения задачи взять из таблицы 9.

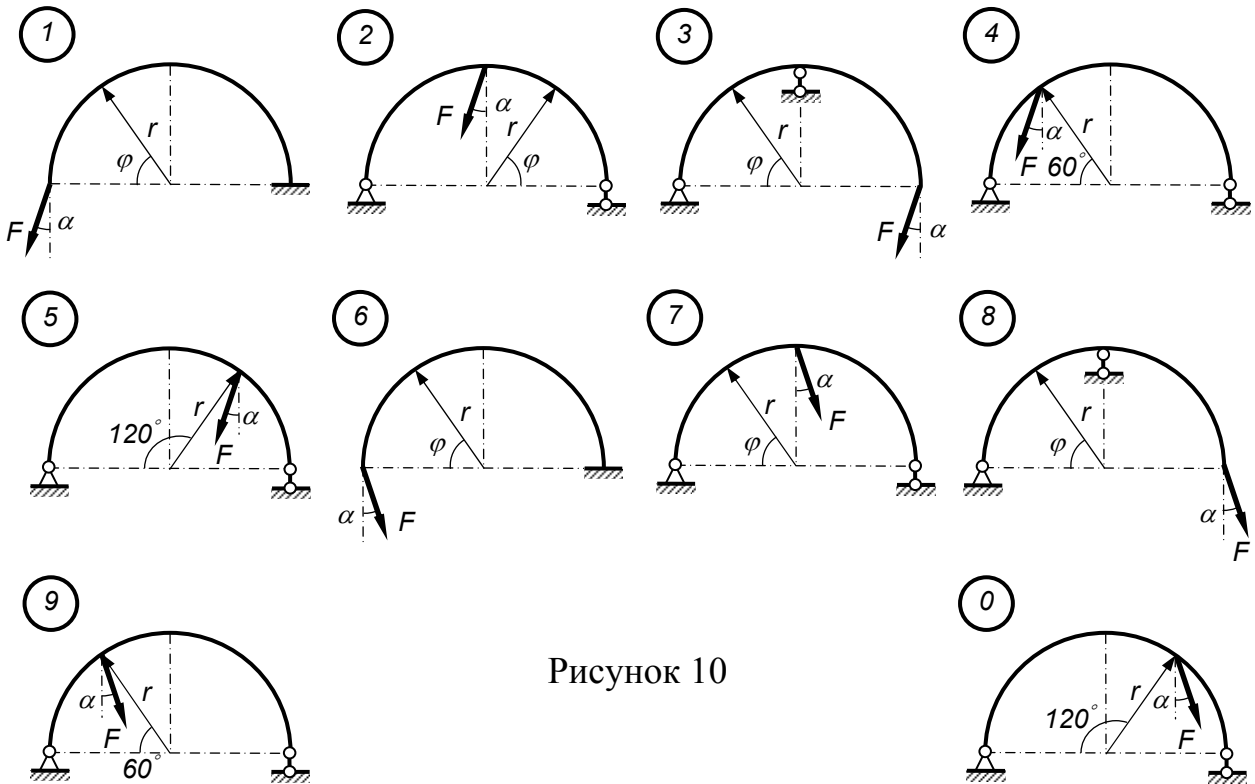


Рисунок 10

### ЗАДАЧА 11. РАСЧЕТ СЖАТОЙ СТОЙКИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ

Стальной стержень длиной  $l$  сжимается продольной силой  $F$  (табл. 10). Требуется:

- 1) найти размеры поперечного сечения при расчетном сопротивлении стали на простое сжатие  $R = 160$  МПа (расчет производить последовательными приближениями, предварительно задавшись коэффициентом продольного изгиба  $\varphi = 0,5$ );
- 2) найти значение критической силы и коэффициент запаса устойчивости.

Исходные данные для решения задачи взять из таблицы 10.

Таблица 9

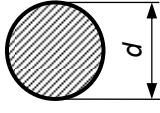
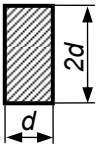
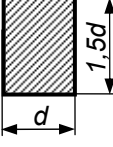
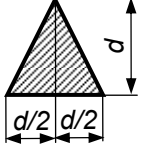
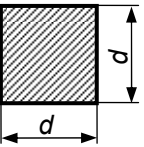
Первая цифра шифра	$r$ (см)	Вторая цифра шифра	$d$ (см)	$\alpha$ (град)	Третья цифра шифра	$F$ (Н)	Форма сечения	Схема бруса
1	21	1	4,1	10	1	1100		1
2	22	2	4,2	20	2	1200		2
3	23	3	4,3	30	3	1300		3
4	24	4	4,4	40	4	1400		4
5	25	5	4,5	50	5	1500		5
6	16	6	4,6	60	6	1600		6
7	17	7	4,7	70	7	1700		7
8	18	8	4,8	80	8	1800		8
9	19	9	4,9	90	9	1900		9
0	20	0	5,0	0	0	2000		0

Таблица 11

Первая цифра шифра	$Q$ (Н)	Вторая цифра шифра	№ двутавра	$h$ (см)	Третья цифра шифра	$l$ (м)	$\alpha \cdot 10^3$ (м/кН)	Схема балки
1	1100	1	20	11	1	3,0	30	0
2	1200	2	20а	12	2	2,9	29	9
3	300	3	24	3	3	2,8	28	8
4	400	4	24а	4	4	2,7	27	7
5	500	5	27	5	5	2,6	26	6
6	600	6	27а	6	6	2,5	25	5
7	700	7	20	7	7	2,4	24	4
8	800	8	30а	8	8	2,3	23	3
9	900	9	33	9	9	2,2	22	2
0	1000	0	36	10	0	2,1	21	1

Таблица 10

Первая цифра шифра	$F$ (кН)	Вторая цифра шифра	$l$ (м)	Схема стойки	Третья цифра шифра	Форма поперечного сечения стойки
1	100	1	2,1		1	
2	200	2	2,2		2	
3	300	3	2,3		3	
4	400	4	2,4		4	
5	500	5	2,5		5	
6	600	6	2,6		6	
7	700	7	2,7		7	
8	800	8	2,8		8	
9	900	9	2,9		9	
0	1000	0	3,0		0	

## ЗАДАЧА 12. РАСЧЕТ БАЛКИ НА ПОПЕРЕЧНЫЙ УДАР

На двутавровую балку, свободно лежащую на двух жестких опорах, с высоты  $h$  падает груз  $Q$ . Требуется:

- 1) найти наибольшее нормальное напряжение в балке;
- 2) решить аналогичную задачу при условии, что правая опора заменена пружиной, податливость которой (т.е. осадка от груза 1 кН) равна  $\alpha$ ;
- 3) сравнить полученные результаты.

Исходные данные для решения задачи взять из таблицы 1.

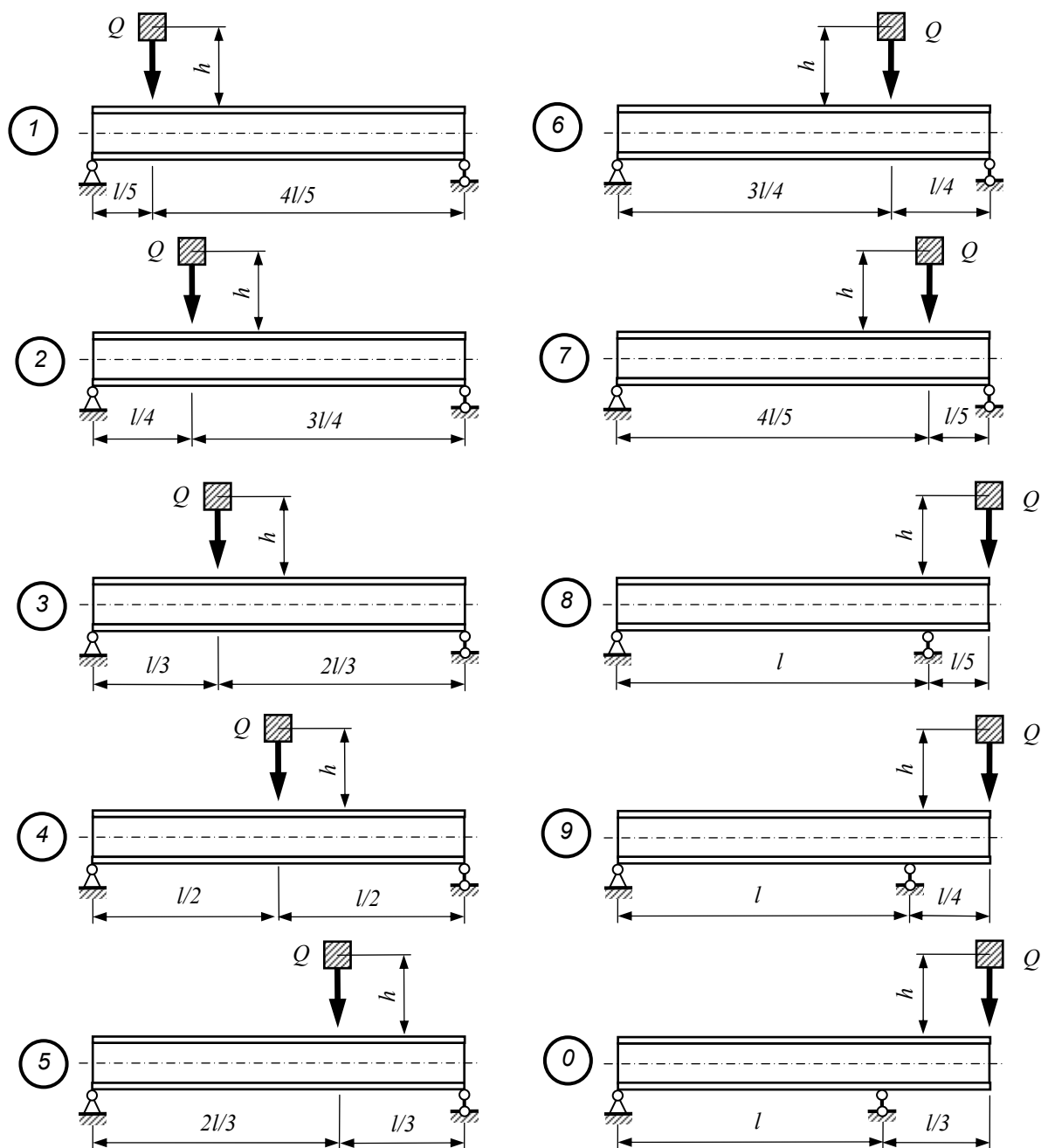


Рисунок 11