

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЛЕСА»

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ
Для выполнения контрольных заданий

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
университета в качестве учебного пособия для студентов
заочного обучения специальностей 250401, 250403, 240406, 150405, 150400

3-е издание

Москва
Издательство Московского государственного университета леса
2012

Разработано в соответствии с Государственным образовательным стандартом ВПО 2000 г. на основе примерной программы дисциплины «Сопротивление материалов»

Авторы: Ю. Г. Лапшин, Г. С. Чуков, Д. В. Тулузаков, Е. И. Дмитриев, М. И. Васильев,
Б. Л. Спирин, В. Н. Осипова, М. В. Подрубалов.

Рецензенты: доцент Д. И. Птицын;
доцент А. И. Родионов

Работа подготовлена на кафедре сопротивления материалов

Сопротивление материалов : учеб. пособие. - 2-е изд. - М. :
ГОУ ВПО МГУЛ, 2010-26 с.

Учебное пособие содержит методические указания и варианты по выполнению контрольных заданий для студентов заочной формы обучения.

Учебное издание

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

*В авторской редакции
Компьютерный набор и верстка авторов*

По тематическому плану внутривузовских изданий учебной литературы на 2012 г.

Подписано в печать 21.10.2010. Формат 60×90 1/16. Бумага 80 г/м³

Гарнитура «Таймс». Ризография. Усл. печ. л. 2,5.

Тираж 300 экз. Заказ № 419

Издательство Московского государственного университета леса. 141005, Мытищи-5,
Московская обл., 1-я Институтская, 1, МГУЛ

E-mail: izdat@mgul.ac.ru

По вопросам приобретения литературы издательства ГОУ ВПО МГУЛ
обращаться в отдел реализации.

Телефон: (498)-687-41-33, E-mail: kurilkina@mgul.ac.ru

© Ю. Г. Лапшин, Г. С. Чуков, Д. В. Тулузаков,
Е. И. Дмитриев, М. И. Васильев,
Б. Л. Спирин, В. Н. Осипова,
М. В. Подрубалов, 2010

© ГОУ ВПО МГУЛ, 2010

В последние десятилетия в учебном процессе со студентами - заочниками МГУЛ специальностей 250400, 250403, 240406, 150405, 190603 использовались указания и контрольные задания по сопротивлению материалов А. В. Даркова и Б. Н. Кутукова для студентов-заочников всех специальностей технических высших учебных заведений, кроме машиностроительных и строительных специальностей. Применение этих методических указаний показало, что при многих положительных сторонах в них недостаточно учтены специфика специальностей МГУЛ и реальные условия учебного процесса студентов-заочников.

По этим соображениям при составлении настоящих методических указаний оказалось необходимым изменить как количество задач, так и их содержание. Вместе с тем по возможности были использованы все положительные стороны проверенных многолетней практикой методических указаний А. В. Даркова и Б. Н. Кутукова, а общая методика составления условий задач и порядок изложения материала полностью сохранены.

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Сопротивление материалов - наука о прочности, жесткости и устойчивости отдельных элементов конструкций (сооружений и машин). Инженеру любой специальности необходимо уметь производить расчеты на прочность. При этом необходимо стремиться обеспечить как надежность конструкция, так и её экономичность, добиваясь наибольшей прочности при наименьшем расходе материала.

Сопротивление материалов является одной из самых сложных дисциплин, изучаемых в высших технических учебных заведениях. При изучении этого курса следует составлять конспект и, безусловно, необходимо научиться решать задачи самостоятельно. Надо обращать особое внимание на физическую сущность явления и на допущения и ограничения, которые делаются в процессе выводов формул. Необходимо хорошо разбираться в чертежах, которыми сопровождаются эти выводы. Для лучшего усвоения пройденного материала после изучения каждой темы следует ответить на вопросы для самопроверки, имеющиеся в учебнике А. В. Даркова и Г. С. Шпиро.

До сдачи зачета необходимо выполнить контрольные задания. При этом следует пользоваться рекомендуемой ниже литературой.

Литература

По сопротивлению материалов

1. Дарков А. В., Шпиро Г.С. Сопротивление материалов. М.: Высшая школа, 1989.
2. Феодосьев В. И. Сопротивление материалов. М.: МГТУ им Н. Э. Баумана, 2003.
3. Сборник задач по сопротивлению материалов. Под ред. В. К. Качурина М.: Наука, 1972.

По строительной механике (для спец. 250400)

4. Дарков А. В. и др. Строительная механика. М.: Высшая школа, 1976.

ЛИТЕРАТУРА ПО ТЕМАМ КУРСА

Сопротивление материалов

Тема 1. Основные понятия. [1, гл.1], [2, введение].

Тема 2. Растяжение и сжатие [1, гл.2]; [2, гл.1]; [3, гл.1, задачи 1, 3,16, 19,20,26,30,37, 38, 55, 59, 66, 80, 84, 88, 93, 102, 118]. После изучения второй темы можно решать задачи 1и 2, включенные в контрольные задания.

Тема 3. Сдвиг. [1, гл. 4]; [2, гл.2, § 20); [3,гл.3, задачи 2, 7,21,24,27, 32].

Тема 4. Кручение. [1, гл. 6]; [2, гл. 2]; [3, гл. 4, задачи 1,9, 14, 18,24, 32, 35,38,48, 60, 63]. После изучения этой темы можно решать задачу 3, включенную в контрольные задания.

Тема 5. Геометрические характеристики плоских сечений. [1, гл.5]; [2, гл.3]; [3,гл.5, задачи 1, 4, 5, 8, 9, 11, 13, 20, 25].

Тема 6. Теория напряженного состояния и теории прочности [1,гл. 3 и 8]; [2, гл. 7]; [3, гл. 2, задачи 1,7,11,16,28,35,36]

Тема 7. Изгиб прямых брусев. [1, гл. 7]; [2, гл.4, § 28-32, гл.5]; [3, гл. 6, задачи 1,2,5, 16, 20,23, 31,39,42,44, 47, 57, 67, 78, 87 гл. 7, задачи 1, 3, 5, 6,7, 11,17, 19, 28, 40, 58, 59, 60-63, 70; гл.8, задачи 1,23, 24; гл. 9, задачи 4,6,9]. После изучения этой темы можно решать задачи 4 и 9 контрольных заданий.

Тема 8. Сложное сопротивление. [1, гл. 9]; [2, гл.4, § 33,34]; [3. гл. 10, задачи 1,2,6,7, 13,22,25,29,35,39,50,54,64,69,72,76,83,89,93,96]. После изучения этой темы можно решать задачи 5,6,7 контрольного задания.

Тема 9. Устойчивость равновесия деформируемых систем. [1, гл. 13]; [2, гл. 14]; [3, гл. 12, задачи 2,4,11,14,32]. После изучения этой темы можно решать задачу 8 контрольного задания.

Строительная механика
(только для студентов спец. 250400)

Тема 1. Введение. [4, введение].

Тема 2. Кинематический анализ плоских стержневых систем. [4, гл.1].

Тема 3. Статически определимые многопролётные балки [4, гл. 2].

Тема 4. Теория линий влияния [4, гл.2; гл. 6].

Тема 5. Сплошные трехшарнирные арки [4, гл. 3].

Тема 6. Расчет статически определимых плоских ферм. [4, гл. 4; гл. 6]. После изучения этой темы можно решать задачу 10 контрольного задания.

Тема 7. Основные теоремы упругих систем. [4, гл. 7].

Тема 8. Расчет статически неопределимых систем методом сил. [4, гл. 8].

Тема 9. Расчет рам методом деформации [4, гл. 11, § 1.11 - 11.11].

УКАЗАНИЯ О ПОРЯДКЕ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

В соответствии с действующими учебными планами студенты - заочники выполняют по сопротивлению материалов 4 задания.

Задачи, входящие в состав контрольных заданий, указаны в табл. 1.

Таблица 1.

№ контрольного задания	Специальность		
	250401	250403	150405,150400
1	1,2	1,2	1,2
2	3,4	3,4	3,4
3	5,6	5,6	5,6
4	7,8,9,10	7,8,9	7,8,9

Студент должен взять из таблицы, прилагаемой к условию задачи, данные в соответствии со своим шифром (номером зачетной книжки) и первыми тремя буквами русского алфавита, которые следует расположить под последними тремя цифрами шифра, например:

шифр – 81 1 5 3
буквы – а б в,

Из каждого вертикального столбца любой таблицы, обозначенного внизу определенной буквой, надо взять только одно число, стоящее в той горизонтальной строке, номер которой совпадает с номером буквы. Например, вертикальные столбцы табл.2 обозначены буквами а, б, в. При указанном выше шифре 81 153 студент должен взять из столбца "в" строку 3 (схема III, $P_2 = 180$ кН, $L_3 = 0,6$ м), из столбца "б" - строку 5 ($P_1 = 140$ кН, $P_3 = 100$ кН, $L_2 = 1,2$ м), из столбца "а" - строку 1 ($L_1 = 0,5$ м).

Работы, выполненные с нарушением этих указаний, не зачитываются.

В заголовке контрольного задания должны быть разборчиво написаны: номер контрольной работы, название дисциплины, фамилия, имя и отчество студента, название факультета и специальности, учебный шифр, дата отсылки работа, точный почтовый адрес.

Каждое контрольное задание следует выполнять в отдельной тетради чернилами, чётким почерком, с полями в 5 см для замечаний рецензента.

Перед решением каждой задачи надо выписать полностью её условие с числовыми данными, составить аккуратный эскиз в масштабе и указать на нём в числах все величины, необходимые для расчета.

Решение должно сопровождаться краткими, последовательными и грамотными, без сокращения слов, объяснениями и чертежами, на которых все входящие в расчет величины должны быть показаны в числах.

Следует указывать размерность всех величин и подчеркивать окончательные результаты.

Вычисления необходимо вести с точностью до третьей значащей цифры.

Если контрольное задание не будет зачтено, то студент должен его переработать, внести исправления, которые должны быть вложены отдельными листами в соответствующие места рецензированной работы. Отдельно от работы исправления не рассматриваются.

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Задача 1

Для стального бруса заданной схемы (рис 1) требуется (без учета собственного веса):

- 1) построить эпюру продольных сил N_x ;
- 2) при допускаемых напряжениях на растяжение $[\sigma_p]=160\text{МПа}$ и на сжатие $[\sigma_c]=80\text{МПа}$ подобрать постоянное по длине бруса сечение (определить площадь сечения);
- 3) построить эпюру нормальных напряжений σ_x по длине бруса;
- 4) приняв модуль упругости материала бруса $E=2\cdot 10^5\text{МПа}$, определить абсолютные удлинения всех участков бруса и построить эпюру продольных перемещений Δ_x его поперечных сечений;
- 5) вычислить потенциальную энергию упругой деформации бруса U и работу внешних сил A ; при расхождении этих величин более, чем на 1%, следует уточнить расчет или найти ошибки.

Данные взять из табл.2.

УКАЗАНИЯ. При построении эпюры перемещений заделку стержня следует считать абсолютно жесткой, поэтому перемещение заделанного конца принять равным нулю. Перемещение произвольного сечения равно суммарному удлинению стержня на длине от заделки до сечения, взятому со знаком “ + ” при заделанном левом конце и со знаком “ - ” при заделанном правом конце.

Надо помнить, что потенциальная энергия на всех участках бруса положительна, а работа внешней силы положительна, если совпадают направления силы и перемещения точки её приложения, и отрицательна, если эти направления противоположны.

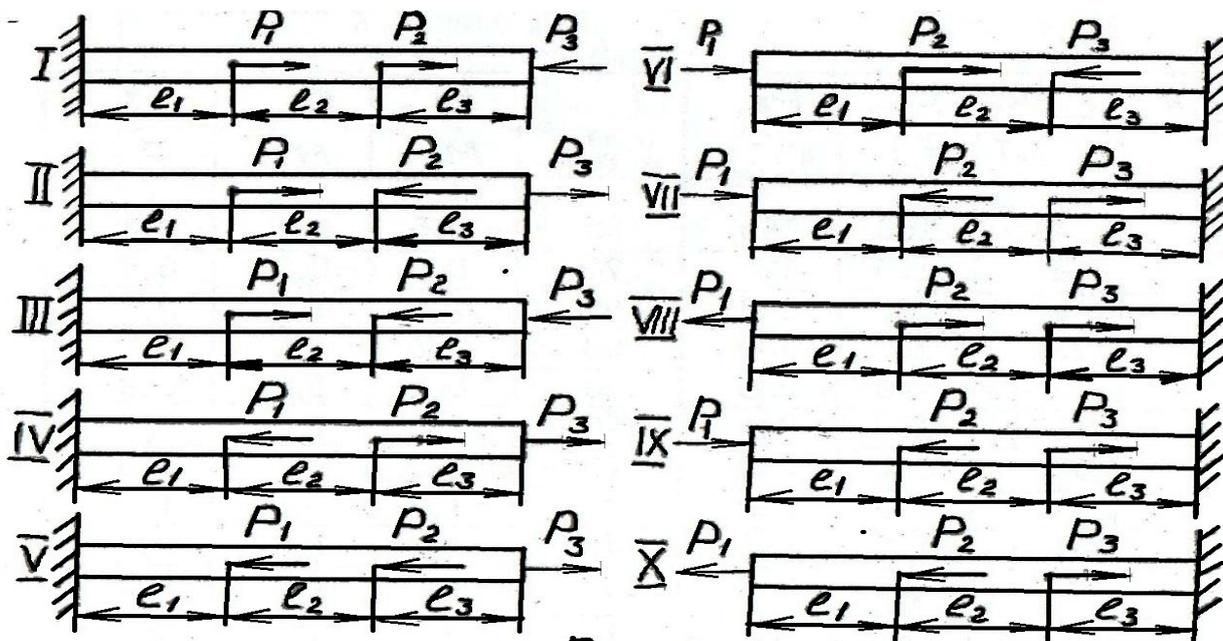


Рис.1

Таблица 2.

№ строки	Схема на рис. 1	P_1 , кН	P_2 , кН	P_3 , кН	ℓ_1 , М	ℓ_2 , М	ℓ_3 , М
1	I	100	160	60	0,5	0,8	0,4
2	II	110	170	70	0,6	0,9	0,5
3	III	120	180	80	0,7	1,0	0,6
4	IV	130	190	90	0,8	1,1	0,7
5	V	140	200	100	0,9	1,2	0,8
6	VI	150	210	110	1,0	1,3	0,9
7	VII	160	220	120	1,1	1,4	1,0
8	VIII	170	230	130	1,2	1,5	1,1
9	IX	180	240	140	1,3	1,6	1,2
0	X	190	250	150	1,4	1,7	1,3
	<i>в</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>б</i>	<i>а</i>	<i>б</i>	<i>в</i>

Задача 2.

Абсолютно жесткий брус ABC , толщиной которого можно пренебречь, либо подвешен на трех стержнях, либо закреплен шарнирно-неподвижной опорой и двумя стержнями (рис. 2). Все стержни стальные, (модуль упругости $E=2 \cdot 10^5$ МПа) площадь поперечного сечения F одинакова. Требуется:

- 1) найти усилия и напряжения в стержнях;
- 2) определить перемещение точки приложения силы P ;
- 3) вычислить потенциальную энергию упругой деформации стержней и сравнить её с работой внешней силы P ; при расхождении этих величин более, чем на 1%, следует уточнить расчет или найти ошибки.

Данные взять из табл.3.

Таблица 3.

№ строки	Схема по рис.2	P , кН	F , см ²	ℓ , м
1	I	50	5	1,0
2	II	55	6	1,2
3	III	60	7	1,4
4	IV	65	8	1,6
5	V	70	9	1,8
6	VI	75	10	2,0
7	VII	80	11	2,2
8	VIII	85	12	2,4
9	IX	90	13	2,6
0	X	95	14	2,8
	<i>в</i>	<i>в</i>	<i>б</i>	<i>а</i>

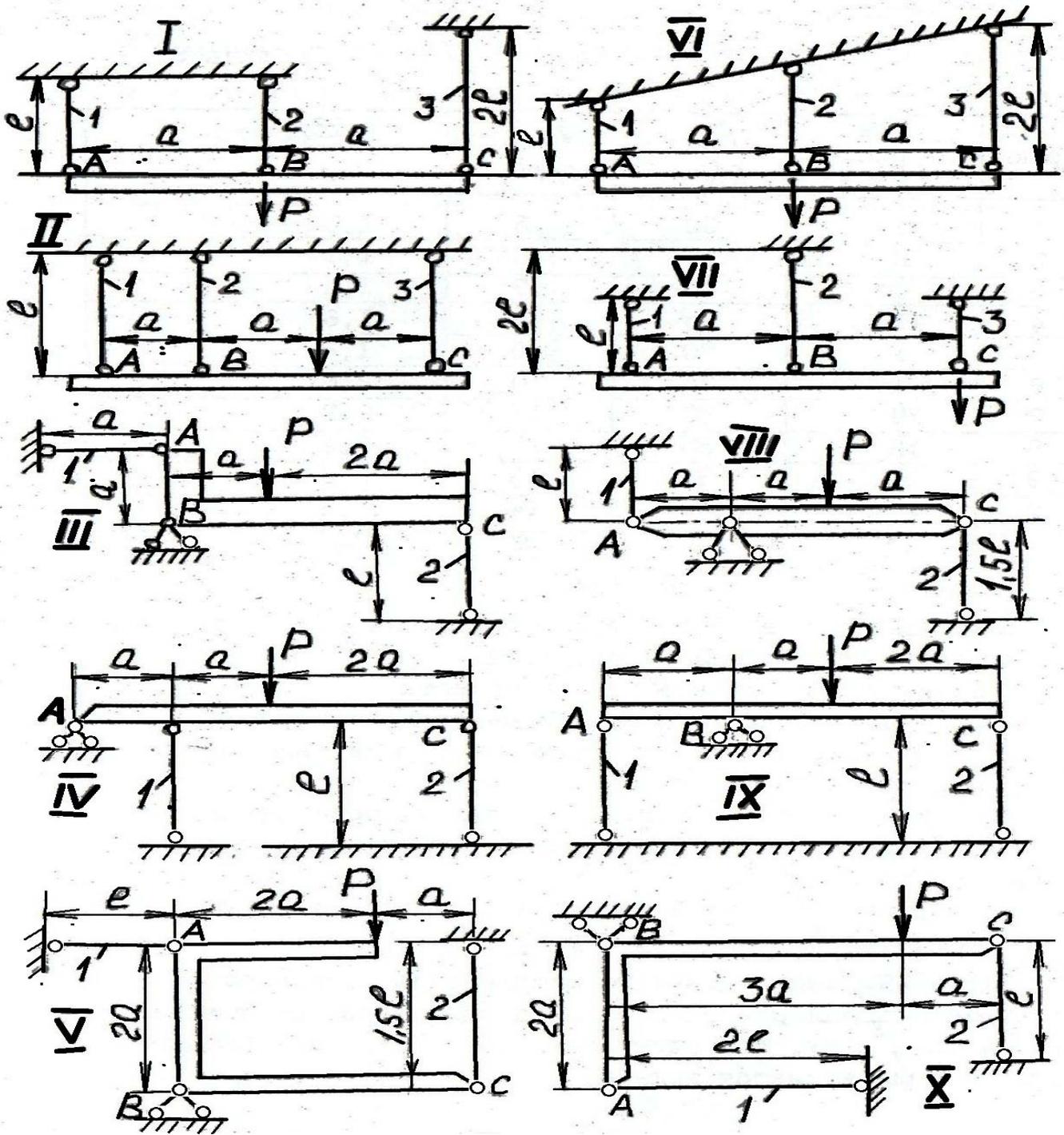


Рис. 2

Задача 3.

Для стального вала круглого сплошного сечения заданной схемы (рис. 3) требуется:

- 1) построить эпюру крутящих моментов;
- 2) подобрать диаметр вала из условия прочности при заданном значении допускаемого напряжения $[\tau]$ и из условия жёсткости при заданном значении допускаемого угла закручивания $[\varphi]$ на 1 метре длины вала; из полученных двух значений диаметра назначить больший;
- 3) построить эпюры касательных напряжений по длине вала;
- 4) приняв модуль сдвига $G=8 \cdot 10^4$ МПа, определить углы закручивания всех участков вала и построить эпюру углов поворота по длине вала;
- 5) вычислить потенциальную энергию упругой деформации вала U и работу внешних сил A ; при расхождении этих величин более, чем на 1% следует уточнить расчет или найти ошибки.

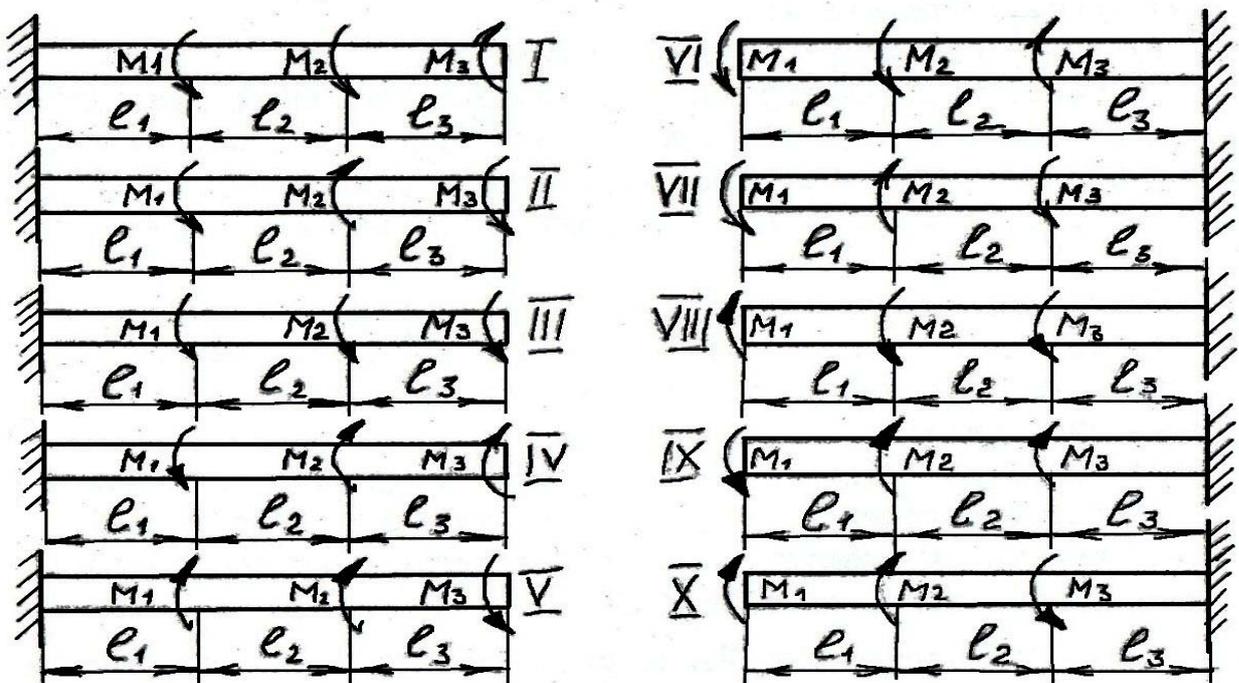


Рис. 3

Данные взять из табл.4.

УКАЗАНИЯ. При построении эпюры углов поворота считать заделанный конец вала не поворачивающимся. Угол поворота произвольного сечения равен сумме углов закручивания на длине от заделки до сечения, взятой со знаком “+” при заделанном левом конце и со знаком “-” при заделанном правом конце.

Надо помнить, что потенциальная энергия вала на всех участках положительна, а работа приложенных извне моментов положительна, если совпадают направления этих моментов и углов поворота сечений, в которых моменты приложены, и отрицательна, если эти направления противоположны.

Таблица 4.

№ строки	Схема по рис.3	Длины участков, м			Моменты, кНм			[τ] МПа	[φ] 0
		ℓ_1	ℓ_2	ℓ_3	M_1	M_2	M_3		
1	I	0,6	0,8	1,0	0,8	1,0	0,8	30	0,2
2	II	0,7	0,9	1,1	0,9	1,1	0,9	35	0,4
3	III	0,8	1,0	1,2	1,0	1,2	1,0	40	0,6
4	IV	0,9	1,1	1,3	1,1	1,3	1,1	45	0,8
5	V	1,0	1,2	1,4	1,2	1,4	1,2	50	1,0
6	VI	1,1	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3	55	1,2
7	VII	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,4	60	1,4
8	VIII	1,3	1,5	1,7	1,5	1,7	1,5	65	1,6
9	IX	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	1,6	70	1,8
0	X	1,5	1,7	1,9	1,7	1,9	1,7	75	2,0
	<i>в</i>	<i>а</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>а</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>б</i>	<i>в</i>

Задача 4.

Для заданных двух схем балок (рис. 4) требуется:

- 1) Написать выражения Q и M для каждого участка в общем виде, построить эпюры Q и M , найти M/\max и подобрать: а) для схемы “а” деревянную балку прямоугольного поперечного сечения с заданным отношением “ K ” высоты к ширине при $[\sigma] = 8 \text{ МПа}$; б) для схемы “б” – стальную балку двутаврового поперечного сечения при $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$;
- 2) Определить прогиб и угол поворота указанного на каждой схеме сечения “с”, приняв значения модулей упругости для стали $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ и для древесины $E = 10^4 \text{ МПа}$.

Данные взять из табл.5.

Таблица 5.

№ строки	Схема по рис. 4	Схема «а»		Схема «б»		Нагрузки			К
		ℓ ₁ , М	ℓ ₂ , М	ℓ ₁ , М	ℓ ₂ , М	М, кН*М	Р, кН	q, кН/м	
1	I	0,6	1,0	4,0	2,0	10	4	6	1,0
2	II	0,7	1,1	4,2	2,1	11	6	8	1,2
3	III	0,8	1,2	4,4	2,2	12	8	10	1,4
4	IV	0,9	1,3	4,6	2,3	13	10	12	1,5
5	V	1,0	1,4	4,8	2,4	14	12	14	1,6
6	VI	1,1	1,5	5,0	2,5	15	14	16	1,8
7	VII	1,2	1,6	5,2	2,6	16	16	18	2,0
8	VIII	1,3	1,7	5,4	2,7	17	18	20	2,2
9	IX	1,4	1,8	5,6	2,8	18	20	22	2,4
0	X	1,5	1,9	5,8	2,9	19	22	24	2,5
	В	б	В	б	В	а	б	В	В

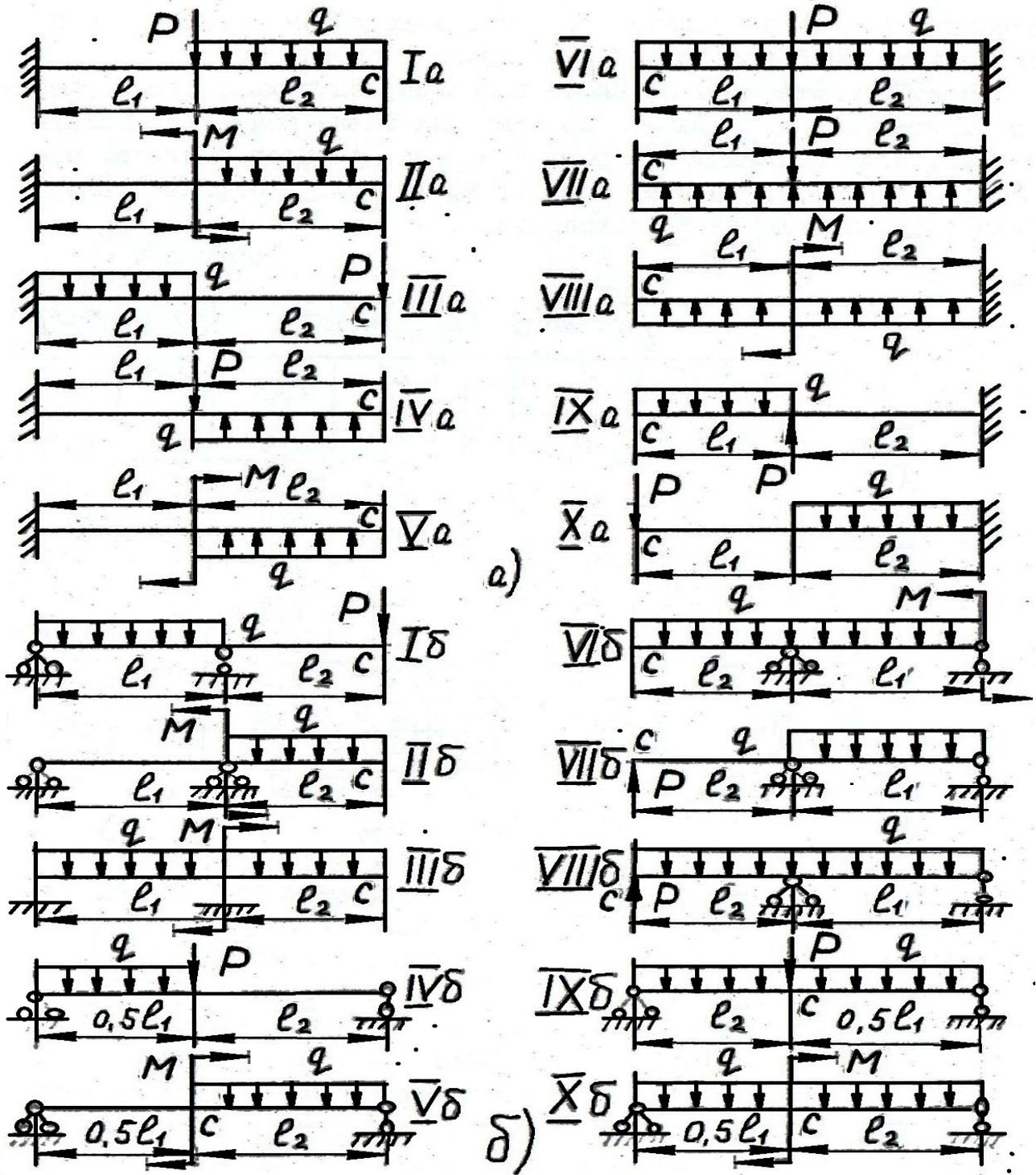


Рис. 4

Задача 5

Деревянная балка (рис. 5) прямоугольного поперечного сечения с шириной b и высотой h нагружена направленной вниз силой P_1 в точке А и горизонтальной силой P_2 (направленной влево, если смотреть с левого торца балки) в точке В. Точка А и В расположены на оси балки. На опорах балки могут возникнуть как вертикальные, так и горизонтальные реакции, направленные перпендикулярно плоскости чертежа.

Требуется:

- 1) Построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной $M_{\text{верт.}}$ и горизонтальной $M_{\text{гор.}}$ плоскостях, установить положение опасного сечения;
- 2) Подобрать размеры поперечного сечения b и h при допускаемом напряжении $[\sigma]=8$ МПа;
- 3) Определить положение нейтральной линии в опасном сечении балки и построить для этого сечения эпюру нормальных напряжений в аксонометрии.

Данные взять из табл. 6

Таблица 6

№ Строки	Схема на рис.5	P ₁ , кН	P ₂ , кН	b, м	h в
1	I	4	2	1,0	1,1
2	II	5	3	1,2	1,2
3	III	6	4	1,4	1,3
4	IV	7	5	1,6	1,4
5	V	8	6	1,8	1,5
6	VI	9	7	2,0	1,6
7	VII	10	8	2,2	1,7
8	VIII	11	9	2,4	1,8
9	IX	12	10	2,6	1,9
0	X	13	11	2,8	2,0
	В	б	в	б	в

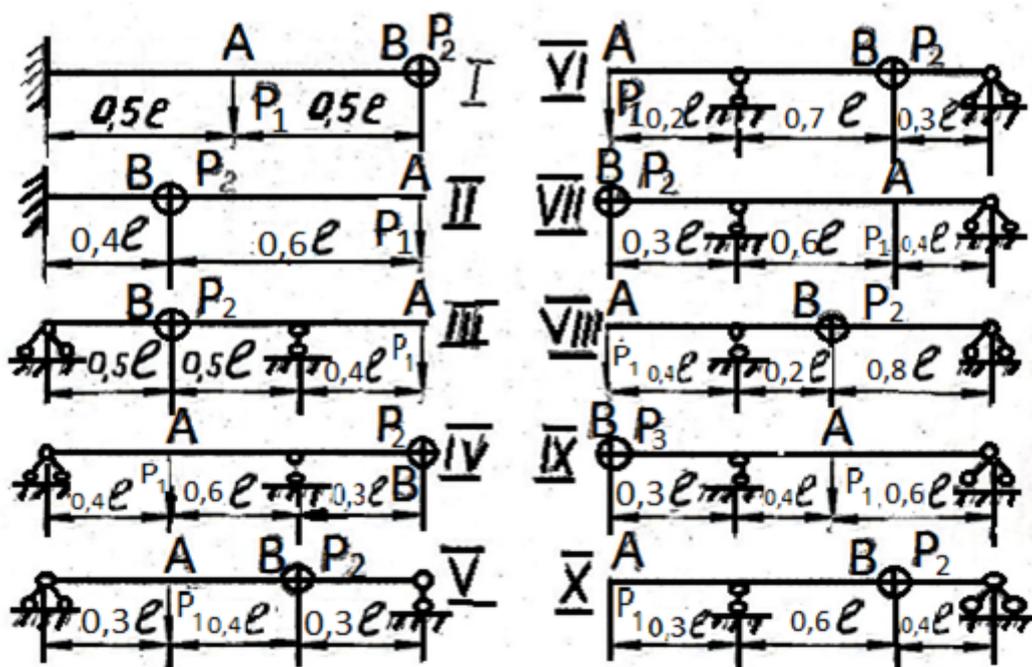


Рис. 5

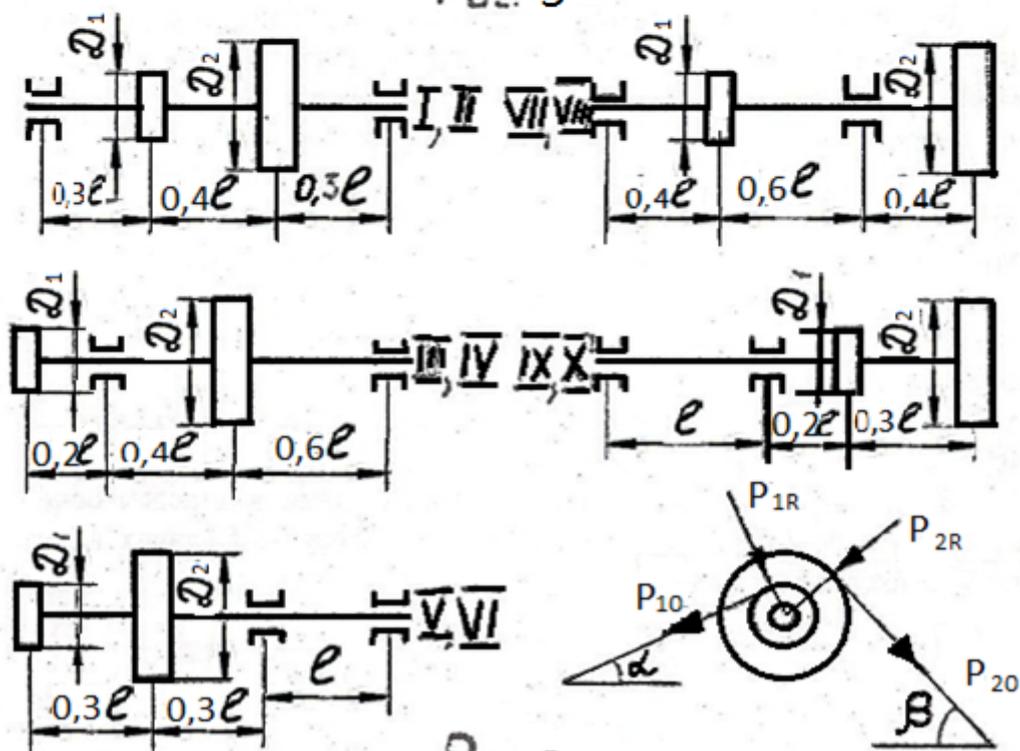


Рис. 6

Задача 6

Вал редуктора делает n оборотов в минуту и передает мощность N кВт. На вал насажены два прямозубых зубчатых колеса диаметрами D_1 и D_2 (рис. 6). На каждое колесо действует окружное усилие P_o (направленное по касательной к окружности колеса) и радиальное P_R (направленное по радиусу к центру колеса), причем известно, что $P_R = P_o \operatorname{tg} 20^\circ = 0,364 P_o$. Углы наклона окружных усилий к горизонту α для усилий P_{10} и β для усилия P_{20} . Требуется :

- 1) определить моменты , приложенные к зубчатым колесам , по мощности и числу оборотов вала;
- 2) построить эпюру крутящих моментов $M_{кр}$;
- 3) определить окружные усилия, действующие на зубчатые колеса по найденным моментам и заданным диаметрам колес D_1 и D_2 ;
- 4) определить радиальные усилия по найденным окружностям;
- 5) определить силы , изгибающие вал в вертикальной и горизонтальной плоскостях (вес колёс и вала не учитывать) ;
- 6) построить эпюры изгибающих моментов от вертикальных $M_{верт}$ и от горизонтальных сил $M_{гор}$;
- 7) построить эпюру суммарных изгибающих моментов, пользуясь формулой

Мизг ;

8) рассматривая эпюры $M_{кр}$ и $M_{изг}$, найти опасное сечение и определить величину максимального расчетного момента по третьей теории прочности по формуле

Мрасч. ;

9) по полученному расчетному моменту подобрать диаметр вала d при $[\sigma] = 70$ мПа.

Данные взять из таб.7

-17-

Таблица 7

№ Строки	Схема на рис.6	N, кВт	n, об/мин	$\frac{I_x}{M}$	D ₁ , см	D ₂ , см	α , 0	β , 0
1	I	10	100	0,80	12	22	10	10
2	II	15	150	0,85	14	24	20	20
3	III	20	200	0,90	16	26	30	30
4	IV	25	250	0,95	18	28	40	40
5	V	30	300	1,00	20	30	50	50
6	VI	35	350	1,05	22	32	60	60
7	VII	40	400	1,10	24	34	70	70
8	VIII	45	450	1,15	26	36	80	80
9	IX	50	500	1,20	28	38	90	90
0	X	55	550	1,25	30	40	0	0
	в	б	в	в	б	в	б	в

Задача 7

Чугунный короткий стержень, поперечное сечение которого изображено на рис.7 сжимается силой P , приложенной в точке A и направленной параллельно оси стержня. Требуется:

- 1) вычислить главные центральные моменты инерции сечения и квадраты главных радиусов инерции;
- 2) найти отрезки, отсекаемые нулевой линией на главных центральных осях инерции;
- 3) вычертить в масштабе сечение, показать на чертеже нулевую линию и установить точки сечения, в которых действует наибольшие напряжения растяжения и сжатия;

4) определить эти напряжения , выразив их через Р и геометрические характеристики сечения;

5) найти допускаемую нагрузку [Р] при заданных допускаемых напряжениях для чугуна на растяжение $[\sigma_{\text{p}}]$ и на сжатие $[\sigma_{\text{с}}]$;

6) вычислить напряжения в точке В от действия допускаемой нагрузки.

-18-

Данные взять из таб.8

Таблица 8

№ Строки	Схема по рис.7	α , см	l , см	$[\sigma_{\text{p}}]$, МПа	$[\sigma_{\text{с}}]$, МПа
1	I	2	3	21	60
2	II	3	4	22	70
3	III	4	5	23	80
4	IV	5	6	24	90
5	V	6	7	25	100
6	VI	7	8	26	110
7	VII	2	3	27	120
8	VIII	3	4	28	130
9	IX	4	5	29	140
0	X	5	6	30	150
	в	б	в	б	в

Задача 8

Стальной стержень длиной l сжимается силой Р (рис.8).

Требуется найти размеры поперечного сечения при допускаемом напряжении на простое сжатие $[\sigma] = 160$ МПа. Данные взять из табл.9.

УКАЗАНИЕ. Расчет производить методом последовательных приближений, первоначально задавшись коэффициентом $\varphi = 0,5$.

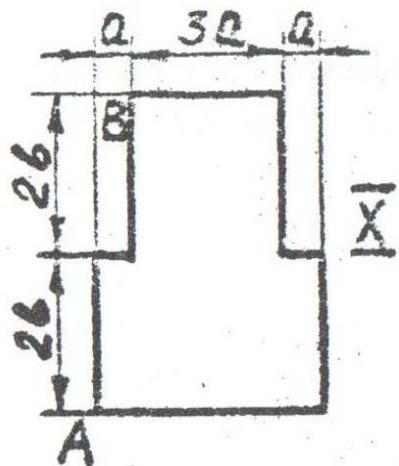
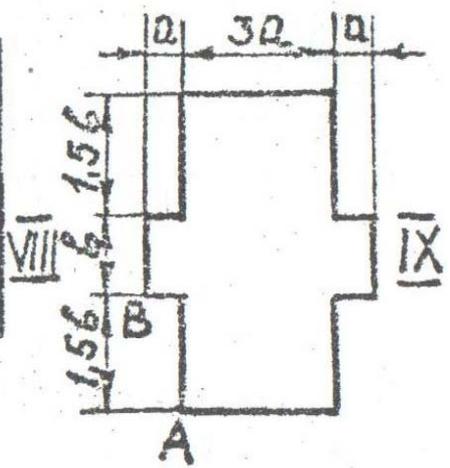
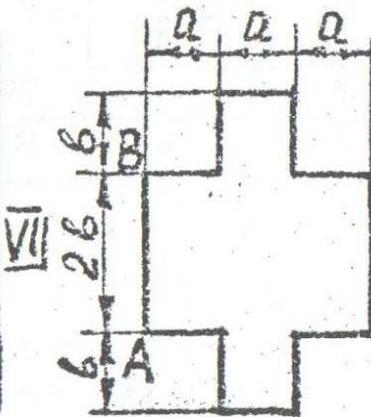
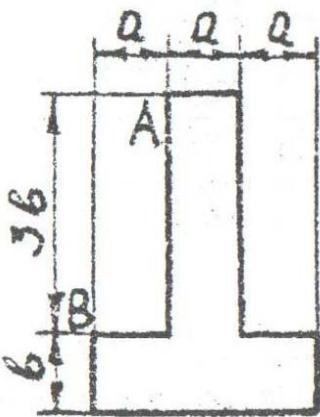
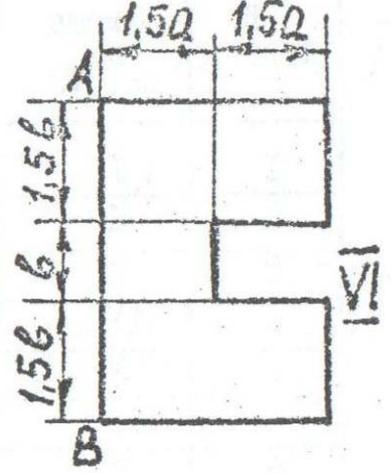
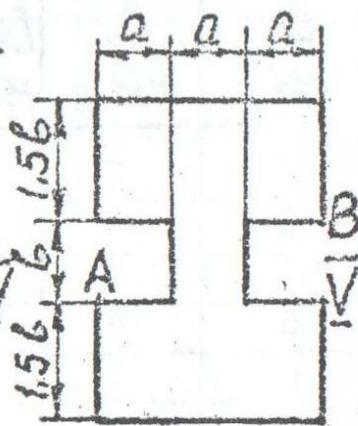
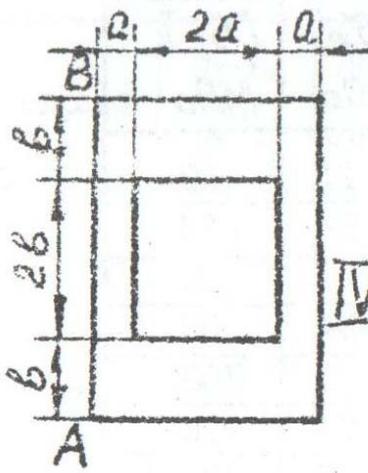
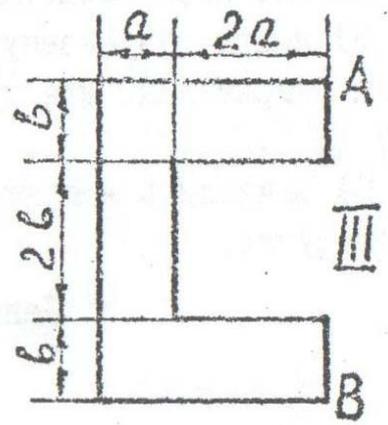
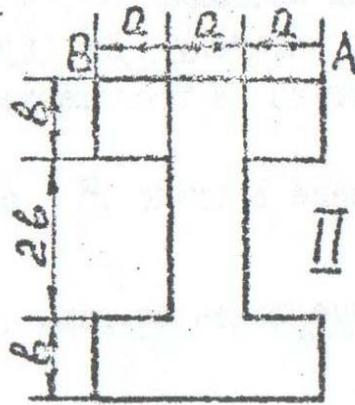
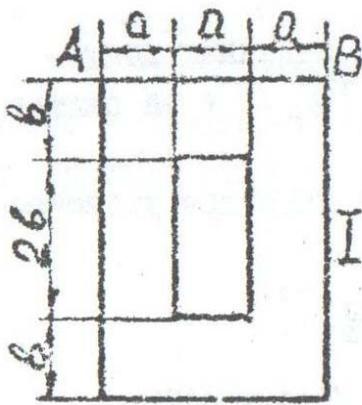


Рис. 7

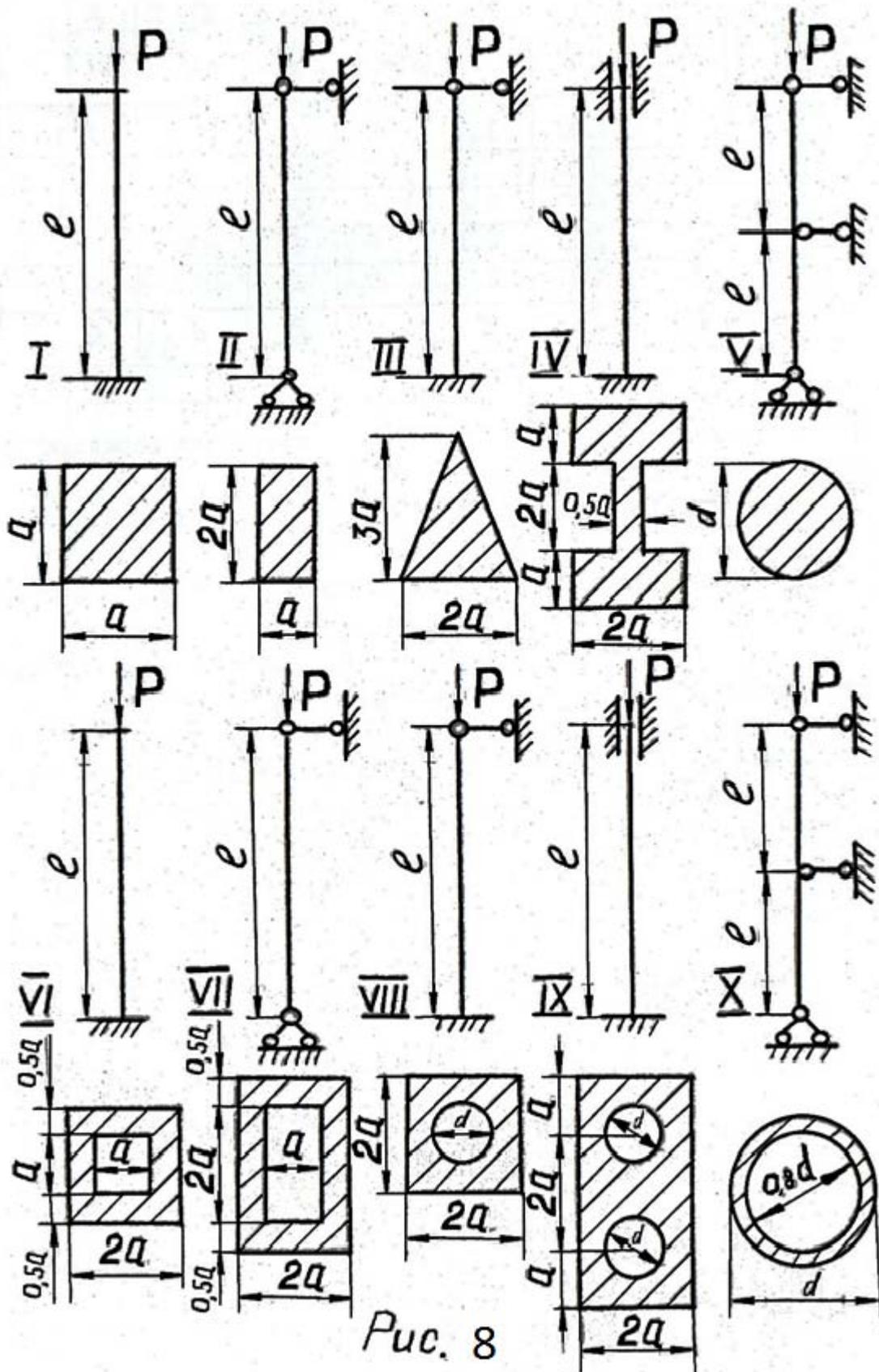


Рис. 8

Таблица 9

№ Строки	Схема по рис.8	P, кН	l, м	N строки	Схема по рис.9	P, кН	l, м
1	I	100	1,8	6	VI	350	2,3
2	II	150	1,9	7	VII	400	2,4
3	III	200	2,0	8	VIII	450	2,5
4	IV	250	2,1	9	IX	500	2,6
5	V	300	2,2	0	X	550	2,7
	в	б	в		в	б	в

Задача 9

Для заданных схем балки (рис.4б) и статически определимой рамы (рис.9) требуется :

- 1) Построить эпюры изгибающих моментов от заданной нагрузки;
- 2) Подобрать из расчетов на изгиб при $[\sigma] = 160$ МПа стальной двутавр;
- 3) Определить по Верещагину прогиб и угол поворота сечения балки в точке С, а для рамы – угол поворота сечения С и вертикальное и горизонтальное перемещение точки D ; значение модуля упругости принять равным $2 \cdot 10^5$ МПа, а величину момента инерции взять для подобранного двутавра из сортамента.

Данные взять из табл.5 и 10

Таблица 10

№ Строки	Схема по рис.9	q, кН/м	l, м	h, м	N строки	Схема по рис.9	q, кН/м	l, м	h, м
1	I	6	2,1	1,2	6	VI	11	3,6	2,7
2	II	7	2,4	1,5	7	VII	12	3,9	3,0
3	III	8	2,7	1,8	8	VIII	13	4,2	3,3
4	IV	9	3,0	2,1	9	IX	14	4,6	3,6
5	V	10	3,3	2,4	0	X	15	4,8	3,9
	в	б	в	б		в	б	в	б

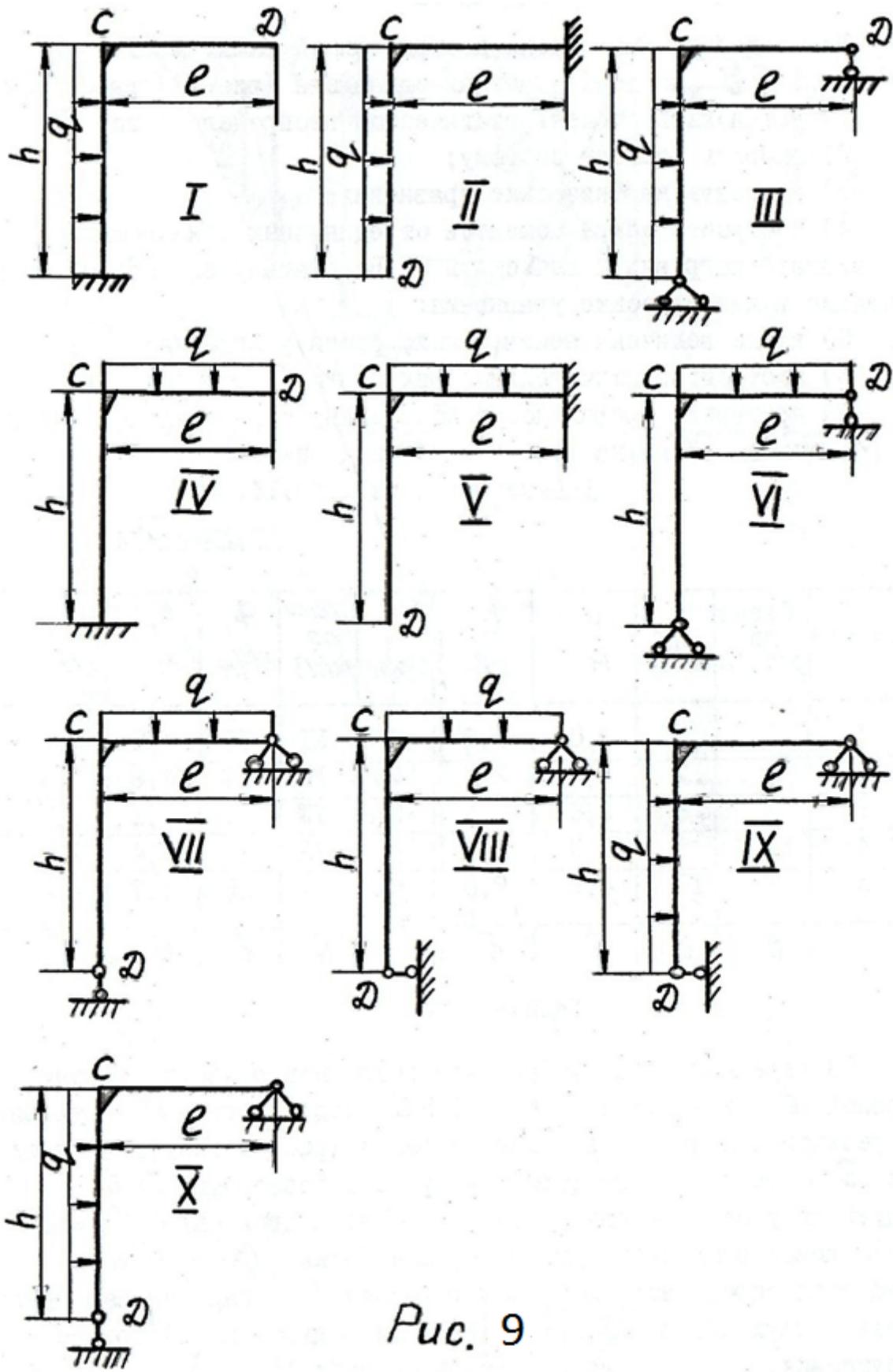


Рис. 9

Задача 10

Для четырех отмеченных стержней формы (рис.10а) требуется:

- 1) построить линии влияния усилий;
- 2) загрузить линии влияния неподвижной нагрузкой q_0 , равномерно распределенной по длине фермы, и подвижной эквивалентной нагрузкой согласно графикам (рис.10 б) установленной в невыгодные положения «на максимум» и «на минимум»;
- 3) вычислить расчетные усилия N_{\max} и N_{\min} при загрузениях по пункту 2).

Данные взять из табл.11

УКАЗАНИЯ. На рис.10 б приведены графики зависимости эквивалентной нагрузки $q_{\text{экв}}$ от длины L загружаемого треугольного участка линии влияния для транспортных единиц весом $G = 300$ кН при положении вершины линии влияния:

- 1- в середине, 2- в четверти, 3- на конце этого участка

Это следует учесть при выполнении пункта 2).

Таблица 11

№ строки	Схема по рисунку 10	d, м	h, м	G, кН	q_0 , кН/м
1	I	2,0	2,0	100	5
2	II	2,2	2,1	120	6
3	III	2,4	2,2	140	7
4	IV	2,6	2,3	160	8
5	V	2,8	2,4	180	9
6	VI	3,0	2,5	200	10
7	VII	3,2	2,6	220	11
8	VIII	3,4	2,7	240	12
9	IX	3,6	2,8	260	13
0	X	3,8	2,9	280	14
	в	б	а	б	в

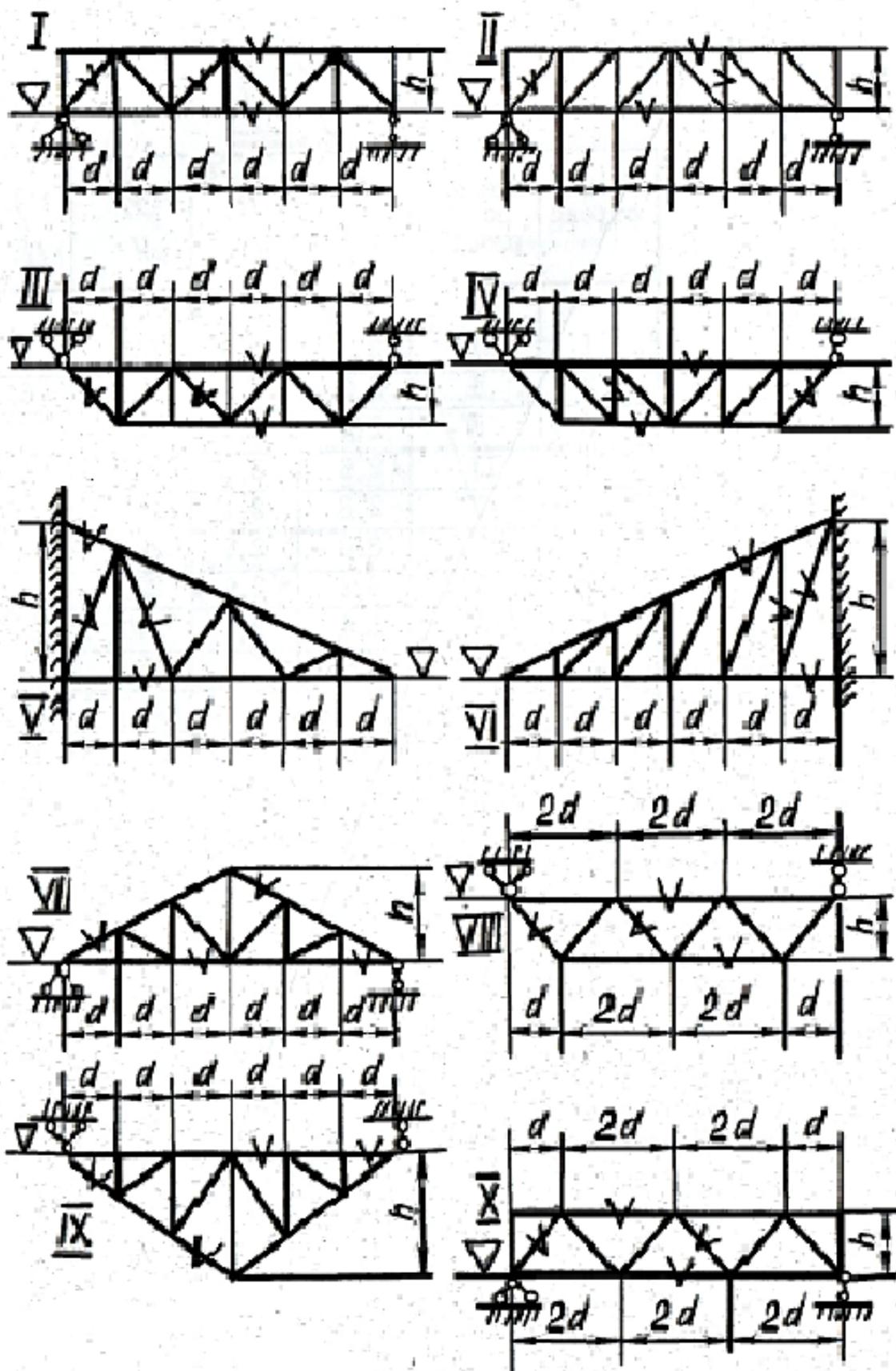


Рис. 10 а

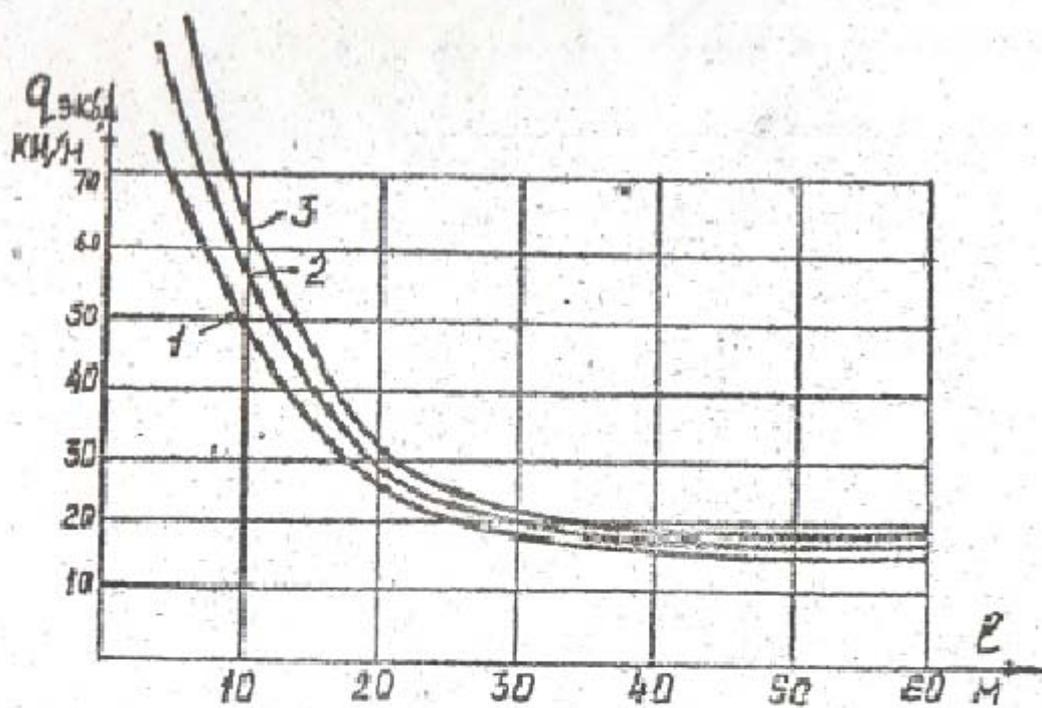


Рис. 106

Содержание

	стр.
Предисловие	3
Общие методические указания.....	3
Литература.....	4
Литература по темам курса.....	4
Указания о порядке выполнения контрольных заданий...5	
Контрольные задания.....	7