

ЧАСТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ВНЕАУДИТОРНОЙ (САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ) РАБОТЫ
ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине ОП.02
«Техническая механика»**

Специальность 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»

Ставрополь, 2023

сведения о сертификате ЭЦ

Владелец: Кандаурова Наталья
Владимировна, директор
Сертификат:
0298d2a100a6b37d85433743564d5a7918
Действителен: с 01.12.2025 12:39:11 по
01.03.2027 12:49:11

Методические рекомендации предназначены для проведения для внеаудиторной (самостоятельной) работы по дисциплине ОП.02 «Техническая механика», составлено в соответствии с учебной программой дисциплины, соответствует ФГОС СПО по специальности 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений».

В результате изучения дисциплины обучающийся будет обладать общими компетенциями, включающими в себя способность:

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02 Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие;

ОК 04 Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами;

ПК 1.1 Подбирать наиболее оптимальные решения из строительных конструкций и материалов, разрабатывать узлы и детали конструктивных элементов зданий и сооружений в соответствии с условиями эксплуатации и назначениями;

ПК 1.2 Выполнять расчеты и конструирование строительных конструкций.

ЛР14 Способный ставить перед собой цели под для решения возникающих профессиональных задач, подбирать способы решения и средства развития, в том числе с использованием информационных технологий;

ЛР 16 Способный искать и находить необходимую информацию используя разнообразные технологии ее поиска, для решения возникающих в процессе производственной деятельности проблем при строительстве и эксплуатации объектов капитального строительства;

Рассмотрено на заседании методического объединения
обще профессионального цикла Укрупнённых групп специальностей 08.00.00
"Техника и технологии строительства", 54.00.00 "Изобразительные и
прикладные виды искусств".

Протокол №7 от 24.05.2023 г.

Председатель МО Бабичев Александр Петрович

Рекомендовано к использованию в учебном процессе методическим советом
Протокол №7 от 25.05.2023 г.

Председатель МС Шляхова Наталья Ивановна

СОДЕРЖАНИЕ

	Пояснительная записка.....	4
1.	Общие сведения.....	5
2.	Инструкция для студентов по работе с рекомендациями.....	6
3.	Технологическая карта внеаудиторной самостоятельной работы...	6
4.	Порядок оформления видов и форм отчетности по самостоятельной работе обучающихся.....	16
5.	Список литературы.....	25

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации предназначены для самостоятельного изучения дисциплины ОП.02 «Техническая механика», обучающимися независимо от форм обучения.

Рекомендации содержат набор тем, которые соответствуют темам рабочей программы по дисциплине в рамках ФГОС по специальности 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»

Структура комплекта методического пособия содержит в себе:

- общие сведения;
- инструкция для студентов по работе с рекомендациями;
- технологическая карта самостоятельной работы;
- порядок оформления видов и форм отчетности по самостоятельной работе обучающихся.

В источниках информации для самостоятельного изучения дисциплины указаны действующие нормативно-правовые документы и перечень литературы, имеющейся в арсенале библиотечного фонда колледжа. Использование других источников, но не с истекшими сроками издания, также допустимо.

Форма отчетности предусматривает изучение источников информации по вопросам плана изучаемых тем, разработку опорно-логических конспектов, опорно-логических схем и т.д. с последующим оформлением всех видов работ.

Все виды предлагаемых заданий, выполненные в соответствии с методическими рекомендациями и грамотно оформленные, являются итоговым самоотчетом студента и служат основанием для допуска к сдаче итоговой аттестации.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Методические рекомендации предназначены для проведения для внеаудиторной (самостоятельной) работы по дисциплине ОП.02 «Техническая механика».

Содержание методических рекомендаций по выполнению самостоятельной работы по данной дисциплине соответствует требованиям Федерального Государственного Образовательного Стандарта по специальности 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений» среднего профессионального образования нового поколения.

По учебному плану рекомендуемое количество часов на освоение программы дисциплины следующее: максимальная учебная нагрузка обучающегося **92 часа**, в том числе:

- обязательная аудиторная учебная нагрузка обучающегося **80 часа**;
- самостоятельная работа **12 час**.

Целью методических рекомендаций является обеспечение эффективности самостоятельной работы обучающихся, определение ее содержания, установление требований к оформлению и результатам внеаудиторной (самостоятельной) работы.

Целью внеаудиторной (самостоятельной) работы является формирование и развитие профессиональных и общих компетенций и их элементов.

Задачами методических рекомендаций по внеаудиторной (самостоятельной) работе являются:

- развитие комплексного подхода к изучению дисциплины на основе освоения ее методологических основ применения ранее полученных знаний и умений с использованием междисциплинарных связей;
- активизация самостоятельной работы обучающихся;
- содействие развитию творческого отношения к данной дисциплине;
- выработка умений и навыков рациональной работы с литературой и нормативными документами;
- управление познавательной деятельностью обучающихся.

Функциями методических рекомендаций по внеаудиторной (самостоятельной) работе являются:

- определение содержания работы обучающихся по овладению программным материалом;
- установление требований к результатам изучения дисциплины.

Сроки выполнения и виды отчётности внеаудиторной (самостоятельной) работы определяются преподавателем и доводятся до сведения обучающихся.

2. ИНСТРУКЦИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО РАБОТЕ С РЕКОМЕНДАЦИЯМИ

Уважаемый студент!

Вы должны знать, что самостоятельная работа, как форма учебной деятельности, согласно требованиям ФГОС СПО, является важным элементом образовательного процесса. В соответствии с учебным планом по специальности 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений» в процессе изучения учебной дисциплины ОП.02 «Техническая механика» Вам необходимо более углубленно сформировать и совершенствовать профессиональные и общие компетенции через выполнение заданий для внеаудиторной самостоятельной работы. Чтобы выполнить предусмотренные задания Вам необходимо воспользоваться рекомендациями по выполнению и оформлению самостоятельной внеаудиторной работы по учебной дисциплине ОП.02 «Техническая механика».

Каждый вид задания будет оценен соответствующим баллом. Отметки о выполнении заданий будет производить преподаватель.

Обратите внимание, что все виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы указаны в **технологической карте внеаудиторной самостоятельной работы**.

Сроки проверки заданий преподаватель устанавливает в зависимости от применяемых видов контроля: текущий, рубежный, промежуточная аттестация. В основном контроль будет осуществляться на этапе рубежной аттестации, т. е. после изучения каждой темы учебной дисциплины МДК 04.01 «Эксплуатация зданий». В зависимости от количества часов, отведенных на выполнение заданий и их сложности, преподаватель может осуществить текущий контроль. Преподаватель может спросить по теме любые вопросы в любой последовательности. О проведении контроля Вы будете заранее предупреждены.

Технологическая карта внеаудиторной (самостоятельной) работы обучающегося по дисциплине по дисциплине ОП.02 «Техническая механика»

специальность 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий»

<i>Наименование и номер раздела</i>	<i>Наименование темы</i>	<i>Тематика самостоятельной работы</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Информационное обеспечение</i>	<i>Форма контроля</i>
1	2	3	4	7	8
Темы №1-4.	Нахождение равнодействующей системы сил	Проработка конспекта лекции. Выполнение расчетов:	2 2 2 2 1	<p>Основные источники: 1. Олофинская, В. П. Техническая механика. Сборник тестовых заданий : учебное пособие / В.П. Олофинская. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 132 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-016753-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1221360</p> <p>Дополнительные источники 2. Техническая механика : учеб. пособие / В.Э. Завистовский. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 376 с. — (Среднее профессиональное образование). - Текст : электронный. - URL: http://znanium.com/catalog/product/1020982</p>	Проверка выполнения
Темы № 5-7	Нахождение центра тяжести тела	Проработка конспекта лекции. Выполнение расчетов	2 2 2		Проверка сообщения
Темы № 7-10.	Работа мощность. Теоремы динамики	Проработка конспекта лекции.	2 2 2		Защита реферата
Темы № 10-14.	Построение эпюр при продольной нагрузке	Проработка конспекта лекции. Выполнение расчетов	2 2 2 2 2		Проверка сообщения
Темы № 10-14.	Построение эпюр при поперечной нагрузке.	Проработка конспекта лекции. Выполнение расчетов	2 2 2 2		Проверка сообщения
Темы №15-20	Механические испытания	Проработка конспекта лекции. Реферат	2 2 2		Проверка сообщения

			2		
	ИТОГО		51		

ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

m – масса;

$F (F_x, F_y, F_z)$ – сила (составляющие силы по координатным осям);

M – момент силы (момент пары);

q – интенсивность распределенной нагрузки;

$R(X, Y, Z)$ – реакция (реактивная сила);

M_R – реактивный момент в жесткой заделке;

T – сила натяжения гибкой связи (каната, троса, ремня);

F_{Σ} – равнодействующая сила;

M_{Σ} – равнодействующий момент;

F_T – сила трения;

M_T – момент трения;

G – сила тяжести;

$F_{и}$ – сила инерции;

f – коэффициент трения скольжения;

A – площадь;

S_x – статический момент площади относительно оси x ;

V – объем;

C – центр тяжести;

W – работа силы (момента силы);

$[\sigma]$ – допускаемое нормальное напряжение (общее обозначение);

$[\sigma_p]$ – то же, при растяжении;

$[\sigma_c]$ – то же, при сжатии;

$[\sigma_{см}]$ – то же, при смятии;

σ_B – предел прочности;

$\sigma_{Br} (\sigma_{Bc})$ – предел прочности при растяжении (при сжатии);

σ_T – предел текучести;

$\sigma_{max} (\tau_{max})$ – наибольшее напряжение в поперечном сечении бруса;

$\sigma_{пц}$ – предел пропорциональности;

$[\tau]$ – допускаемое касательное напряжение;

$[\tau_{кр}]$ – допускаемое напряжение при кручении;

$[\tau_{ср}]$ – то же, при срезе;

φ – угол закручивания бруса при кручении;

$[\varphi_0]$ – допускаемый относительный угол закручивания;

E – модуль продольной упругости;

J_x, J_y – главные центральные моменты инерции;

J_p – полярный момент инерции;

M_x – изгибающий момент в поперечном сечении бруса относительно оси x ;

$M_{изг}$ – изгибающий момент, суммарный для бруса круглого поперечного сечения;

$M_{кр}$ – крутящийся момент в поперечном сечении бруса;

N – продольная сила в поперечном сечении бруса;

$s [s]$ – коэффициент запаса прочности (нормативный);

Q_y, Q – поперечная сила, действующая вдоль оси y или суммарная сила

В учебном пособии использована Международная система единиц Systeme International d'Unites (в русской транскрипции СИ), которая является обязательной во всех областях науки и техники. Кратко напомним некоторые основные указания по применению СИ.

Значения физических величин, как правило, представляются в виде десятичных кратных и дольных единиц от исходных единиц СИ путем умножения их на число 10 в соответствующей степени. Наименование десятичных кратных и дольных единиц образуется присоединением приставок к наименованиям исходных единиц (табл.1).

Таблица 1

Приставка	Сокращенное обозначение	Множитель
Тера	Т	10^{12}
Гига	Г	10^9
Мега	М	10^6
Кило	к	10^3
Гекто	г	10^2
Дека	да	10^1
Деци	д	10^{-1}
Санتي	с	10^{-2}
Милли	м	10^{-3}
Микро	мк	10^{-6}
Нано	н	10^{-9}
Пико	п	10^{-12}

Задания для самостоятельной работы

Темы №1-4. Нахождение равнодействующей системы сил

Цель работы: Определение величины и направления действия уравновешивающих сил.

Методика расчета: определить величины и направления действия уравновешивающих сил графическим и аналитическим способами.

Форма отчета: тетрадь.

Контрольные вопросы:

1. Как найти равнодействующую трех сил?
2. Что можно сказать о действии сил, когда их равнодействующая равна нулю?
3. Опишите общий порядок решения задач о равновесии трех сил графическим способом.
4. Каков общий порядок решения тех же задач аналитическим способом?
5. Какой из указанных способов более точен?
6. Приведите примеры частных случаев трех сил.

Сложение сил можно произвести двумя способами: графически и аналитически. Графическое сложение плоской системы сходящихся сил производят построением силового многоугольника (рис. 2).

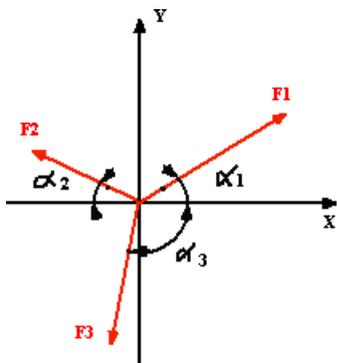


Рис. 1

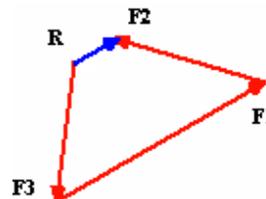


Рис.2

Для этого из произвольной точки откладывается вектор силы F_1 , из конца которого откладывается вектор силы F_2 и т.д. Равнодействующая сила является замыкающей стороной силового многоугольника. Графический способ позволяет довольно быстро и очень наглядно произвести сложения сил, но точность определения модуля и направления равнодействующей зависит от точности построений.

Более точные результаты можно получить, применяя аналитический способ, основанный на вычислении всех заданных сил на оси X и Y :

$$F_{ix} = F_i \cdot \cos \alpha_i, F_{iy} = F_i \cdot \sin \alpha_i, i = 1 \dots n, (1)$$

где F_i – модули заданных сил,

α – угол между силой F ; и осью x .

Затем определяются проекции равнодействующей:

$$F_{\Sigma x} = \sum F_{ix}, F_{\Sigma y} = \sum F_{iy}, (1.2)$$

а по ним – модуль равнодействующей:

$$F_{\Sigma} = \sqrt{\sum F_{ix}^2 + \sum F_{iy}^2} (1.3)$$

$$\text{и направление: } \alpha = \arctg \frac{\sum F_{iy}}{\sum F_{ix}} (1.4)$$

Порядок выполнения работы

1. Для заданной системы сходящихся сил в соответствии с вариантом построить в масштабе силовой многоугольник. Записать выбранный масштаб сил. Измерить линейкой длину вектора равнодействующей и

транспортиром угол между равнодействующей и осью x . Учитывая масштаб построения, вычислить модуль равнодействующей силы.

2. Вычислить модуль и направление равнодействующей аналитическим методом проекций.

3. Сделать вывод об уравновешенности заданной системы сил.

Таблица 1

№ варианта	Заданные силы, Н			Углы между силой и осью x , град		
	F_1	F_2	F_3	α_1	α_2	α_3
1	4	8	2	45	135	315
2	1	6	9	60	110	225
3	3	4	6	110	20	310
4	9	1	4	20	210	90
5	8	7	9	60	120	300
6	4	3	1	45	90	180
7	2	1	9	150	240	270
8	3	4	5	60	300	90
9	1	7	3	120	60	20
10	7	8	9	150	45	330
11	2	8	5	135	30	290
12	3	2	9	140	80	120
13	4	9	2	20	200	270
14	5	7	8	45	190	240
15	8	1	3	180	225	45
16	7	5	8	210	130	30
17	6	3	9	80	120	330
18	5	4	3	75	180	225
19	4	7	1	60	140	220
20	3	5	6	40	160	270
21	2	7	9	20	110	200
22	8	6	4	135	210	330
23	1	7	8	300	60	150
24	3	9	6	270	120	60
25	4	6	8	90	150	270
26	5	2	9	30	180	225
27	3	4	6	45	150	240

28	2	3	8	120	180	300
29	6	5	3	60	135	270
30	9	7	4	330	120	210

Темы № 5-7. Расчет простейших статических конструкций

Задача 1. Стержни AC и BC соединены между собой и с вертикальной стеной посредством шарниров. На шарнирный болт C действует вертикальная сила $P = 100H$. (рис.1.1)

Определить усилия в стержнях, если углы между ними и стеной равны α и β .

Данные брать из таблицы 2 согласно вашего варианта

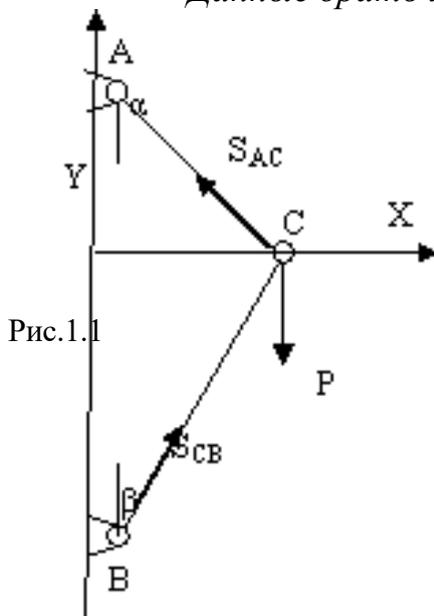


Рис.1.1

Таблица 1

№ варианта	Значение угла	
	α	β
1	45	30
2	45	45
3	30	45
4	30	60
5	30	90

Задача 2. К веревке AB, один конец которой закреплен в точке A, привязаны в точке B груз P и веревка BCD, перекинутая через блок; к концу ее подвешена гиря весом $Q = 10H$.

Определить, пренебрегая трением в блоке, натяжение веревки AB и вес груза P, если углы, образуемые веревками с вертикалью равны α и β .

Данные брать из таблицы 3 согласно вашего варианта

Таблица 3

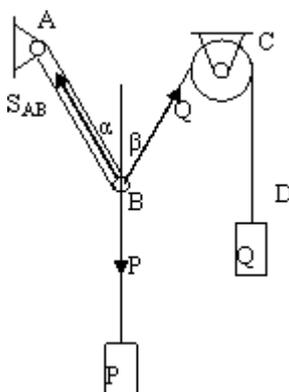


Рис.1.2

№ варианта	Значение угла	
	α	β
6	45	60
7	45	90
8	60	45
9	60	60
10	60	90

Задача 3. Груз весом $P=10H$ подвешен к концу стержня AB , который удерживается под углом α к горизонту при помощи троса BC . Угол между тросом и стержнем равен β .

Определить усилия в стержнях и натяжение троса. (рис. 1.3)

Данные брать из таблицы 4 согласно вашего варианта

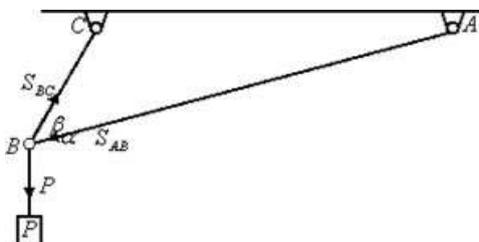


Таблица 4

№ варианта	Значение угла	
	α	β
11	15	45
12	30	30
13	45	45
14	30	45

Рис.1.3.

Задача 4. Груз весом $P=10H$ подвешен к концу стержня AB , который удерживается под углом α к вертикали при помощи троса BC . Угол между тросом и вертикалью - β .

Определить усилия в стержне AB и натяжение троса. (рис.1.4)

Данные брать из таблицы 3 согласно вашего варианта

Таблица 5

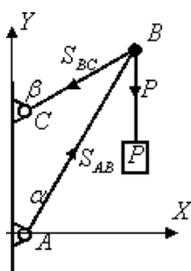


Рис.1.4.

№ варианта	Значение угла	
	α	β
15	45	60
16	30	45
17	30	60
18	35	15
19	45	20
20	35	25

Задача 5. Три нити связаны в узле С. Две из них перекинуты через блоки А и В и образуют углы α и β с горизонтом; к концам их подвешены грузы P_1 и P_2 .

Определить P_1 и P_2 , если вес груза Q, подвешенного к третьей нити, равен 10Н. Трение в блоках пренебречь. (Рис.1.5).

Данные брать из таблицы 6 согласно вашего варианта.

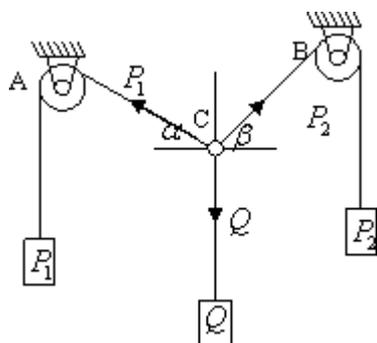


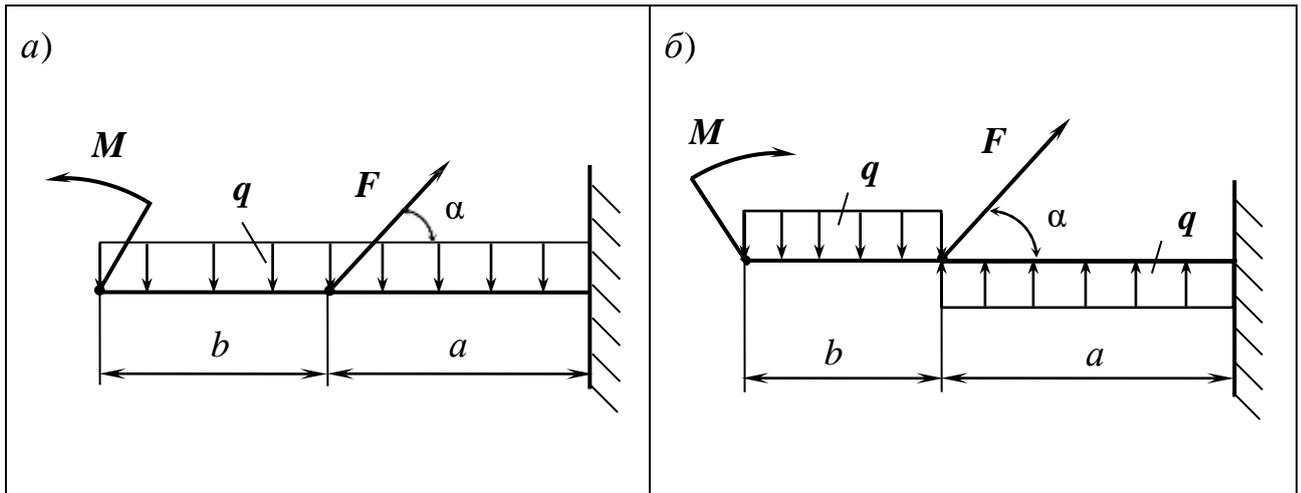
Рис.1.5.

Таблица 6

№ варианта	Значение угла	
	α	β
21	30	45
22	30	60
23	45	60
24	40	45
25	40	65
26	35	55
27	35	45

Темы № 5-7. Расчет реакций в балках

Задача. Жестко заделанная консольная балка нагружена равномерно распределенной нагрузкой интенсивностью q и моментом M . На расстоянии a от стены передается сила F , наклоненная к оси балки под углом α . Определить реакции заделки. Данные варианта взять из таблицы № 1



Схемы к задаче

Таблица 1

q	кН/м	0,4	-1,8	1,4	1,2	-0,2	M	F	α
a	м	3	2	6	4	1			
b			2	1	3	2	3	кН·м	кН
№ варианта и данные к задаче		01	02	03	04	05	6,2	-16	20
		06	07	08	09	10	-5,6	18	50
		11	12	13	14	15	7,8	20	30
		16	17	18	19	20	4,6	-22	65
		21	22	23	24	25	-5,0	8,0	40
		26	27	28	29	30	10	4,8	25
		31	32	33	34	35	2,8	-0,5	14

Примеры расчета конструкций на прочность

1. Построить эпюру N для стержня переменного сечения (рис.1.).

Решение.

1. Определяем вид деформации стержня. Все силы лежат на оси стержня, значит, имеем осевое растяжение-сжатие, будем строить эпюру продольных сил N .

2. Проводим ось, параллельную оси стержня.

3. Разбиваем стержень на два участка. В качестве участка загрузки будем понимать часть стержня между двумя ближайшими точками приложения сил. Отметим, что изменение площади поперечного сечения не влияет на определение границ участков.

4. Делаем сечения в начале и конце первого участка загрузки и определяем N .

В сечении 1 (рис.1. б)

$$N_1 = F_1 = 6 \text{ кН};$$

в сечении 2 (рис.1. в)

$$N_2 = F_1 = 6 \text{ кН}.$$

Знак определяем по правилу: $N_1, N_2 > 0$, так как сила F_1 растягивает продольные волокна.

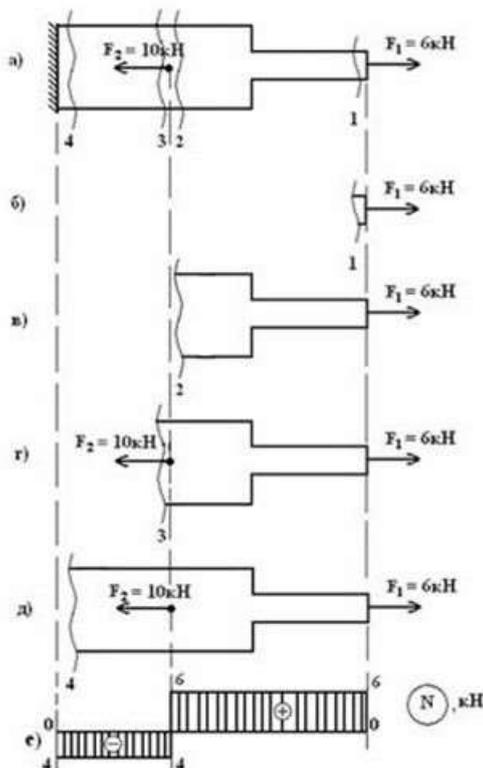


Рис. 1.

Откладываем значения N_1, N_2 , выше оси (строгое правило для продольной силы не существует) и соединяем прямой линией. Внутри ставим в кружочке знак «+» (рис. e).

Переходим ко второму участку.

В сечении 3 (рис. 1.2)

$$N_3 = F_1 - F_2 = 6 - 10 = -4 \text{ кН};$$

в сечении 4 (рис. 1d)

$$N_4 = F_1 - F_2 = 6 - 10 = -4 \text{ кН}$$

Поскольку $N_3, N_4 < 0$, откладываем полученные значения ниже оси и внутри эпюры ставим в кружочке знак «-».

Числовые значения $N_1 - N_4$ обязательно проставляем на эпюре (рис.1 e).

5. Эпюру штрихуем и обозначаем.

6. Эпюру проверяем.

Так как к стержню не приложены распределенные нагрузки, на эпюре не образуются наклонные прямые. В сечении (1) приложена сила $F_1 = 6$ кН \Rightarrow на эпюре в этом сечении скачок равный 6; на границе первого и второго участков приложена сила $F_2 = 10$ кН \Rightarrow на эпюре имеем скачок на величину $6 + 4 = 10$; скачок, равный 4 в сечении (4) соответствует реакции в заделке, которую мы заранее не определяли. Эпюра построена верно.

2. Построить эпюры продольной силы N_z и напряжения σ_z для ступенчатого бруса. (рис.2.)

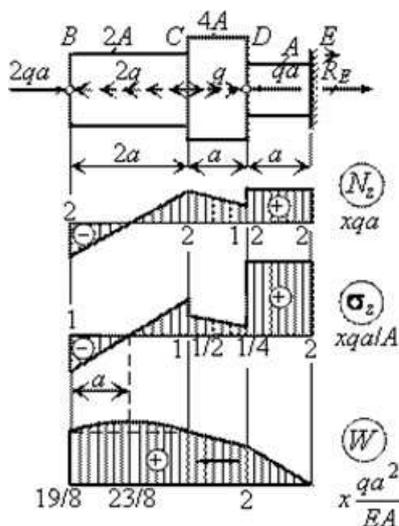


Рис.2

Решение

1. Определение опорной реакции. Составляем уравнение равновесия в проекции на ось Z :

$$\sum Z_i = 0, \quad -2qa + 2q \cdot 2a - qa + qa - R_E = 0,$$

Откуда $R_E = 2qa$.

2. Построение эпюр N_z , σ_z .

Эпюра N_z . Она строится по формуле

$$N_z = N_0 \pm qz$$

Имеем

$$N_B = -2qa$$

$$N_C = N_B + 2q \cdot 2a = 2qa$$

$$N_{DC} = N_C - qa = qa,$$

$$N_{DE} = N_{DC} + qa = 2qa.$$

Эпюра σ_z . Напряжение равно $\sigma_z = N_z/A(z)$. Как следует из этой формулы, скачки на эпюре σ_z будут обусловлены не только скачками N_z , но также резкими изменениями площади поперечных сечений. Определяем значения σ_z в характерных точках:

значения σ_z в характерных точках:

$$\sigma_B = \frac{N_B}{2A} = \frac{-2qa}{2A} = -\frac{qa}{A},$$

$$\sigma_{CB} = \frac{N_C}{2A} = \frac{2qa}{2A} = \frac{qa}{A},$$

$$\sigma_{CD} = \frac{N_C}{4A} = \frac{2qa}{4A} = \frac{qa}{2A},$$

$$\sigma_{DC} = \frac{N_{DC}}{4A} = \frac{qa}{4A},$$

$$\sigma_{DE} = \frac{N_{DE}}{A} = \frac{2qa}{A}$$

и строим эпюру σ_z .

Изгиб прямого бруса

Определить размер поперечного сечения консольной балки, нагруженной сосредоточенной силой и сосредоточенным моментом

Последовательность решения задачи:

- 1) найти опорные реакции балки (для консоли их можно не находить);
- 2) балку разделить на участки, границами которых являются сечения, в которых приложены: сосредоточенные силы, сосредоточенные моменты, начинается или заканчивается равномерно распределенная нагрузка;
- 3) выбрать расположение координатных осей, совместив ось z с осью балки, а оси y и x расположить в плоскости сечения (обычно ось y расположена вертикально);
- 4) применяя метод сечений, вычислить значения поперечных сил в характерных сечениях и построить эпюру поперечных сил. Если поперечная сила, изменяясь непрерывно, проходит через нулевое значение, то необходимо определить аппликату (z) сечения, где Q обращается в нуль;
- 5) применяя метод сечений, вычислить значения изгибающих моментов в ха-

- ракетных сечениях и построить эпюру изгибающих моментов.
- Для определения экстремальных значений изгибающих моментов дополнительно определить моменты в сечениях, где эпюра поперечных сил проходит через нулевое значение;
- б) используя дифференциальные зависимости, проверить правильность построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов;
 - 7) из условия прочности определить осевой момент сопротивления сечения балки в сечении, где изгибающий момент имеет наибольшее по модулю значение;
 - 8) используя таблицы ГОСТ или формулы для определения осевых моментов сопротивления простых плоских сечений (прямоугольник, круг), определить размеры поперечного сечения балки;

.Задача 3. Жестко заделанная консольная балка AB нагружена, как показано на рис. (3.а). Построить эпюры Q_y и M_x , подобрать сечение в форме двутавра.

ДАНО: $F=20$ кН; $q=21$ кН/м; $M=28$ кН·м; $[\sigma]=160$ МПа.

НАЙТИ: Q_y ; M_x ; W_x .

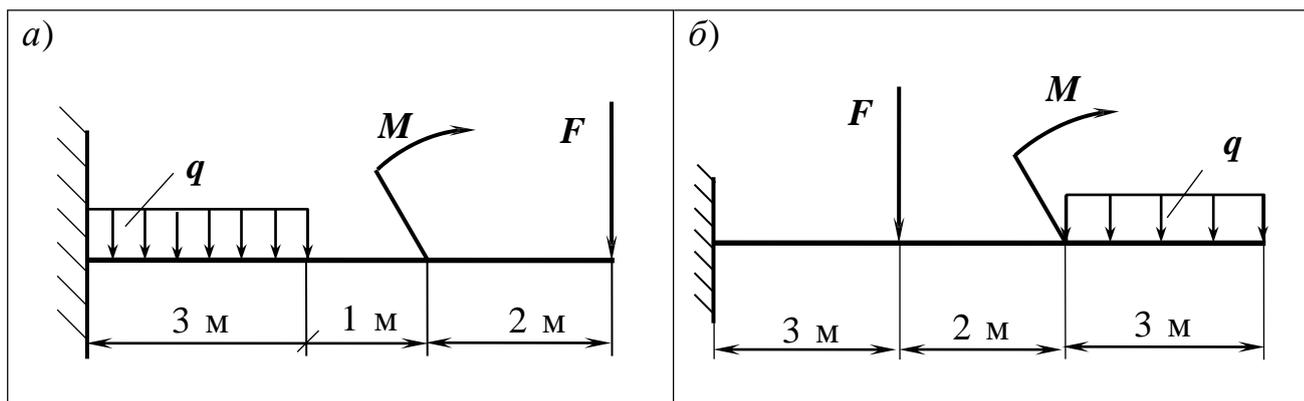


Рис.3.

РЕШЕНИЕ:

1. Изобразим балку (рис3.а).
2. Делим балку на участки по характерным точкам: BC , CD , DA .
3. Определяем Q_y на каждом участке и строим эпюру (рис.3., б):

BC , сечение I-I, слева, $0 \leq z_1 \leq 3$ м $Q_{y1} = 0$.

CD , сечение II-II, слева, $0 \leq z_2 \leq 2$ м; $Q_{y2} = F = 20$ кН.

DA , сечение III-III, слева, $0 \leq z_3 \leq 2$ м, $Q_{y3} = F - q \cdot z_3$,

при $z_3 = 0$ $Q_{y3} = F = 20$ кН; при $z_3 = 2$ м $Q_{y3} = F - q \cdot 2 = 20 - 21 \cdot 2 = 20 - 42 = -22$ кН.

$Q_{y3}=0$ при $z_3'=0,95$ м.

4. Определяем M_x на каждом участке и строим эпюру (см. рис 3.б):

BC , сечение I-I, слева, $0 \leq z_1 \leq 3$ м; $M_{x1} = M = 28$ кН·м.

CD , сечение II-II, слева, $0 < z_2 < 2$ м, $M_{x2} = M - Fz_1$,

при $z_2=0$ $M_{x2} = M = 28$ кН·м; при $z_2=2$ м $M_{x2} = M - F \cdot 2 = 28 - 20 \cdot 2 = -12$ кН·м.

DA , сечение III-III, слева, $0 < z_3 < 2$ м, $M_{x3} = M - F(z_2 + 2) + qz^2 / 2$,

при $z_2=0$, $M_{x3} = 28 - 20 \cdot 2 = -12$ кН·м;

при $z_2=2$ м, $M_{x3} = 28 - 20 \cdot 4 + 21 \cdot 2^2 / 2 = -10$ кН·м;

при $z_2=0,95$ м, $M_{x3} = 28 - 20 \cdot 2,95 + 21 \cdot 0,95^2 / 2 = -21,5$ кН·м.

Исходя из эпюры M_x : $|M_{x_{\max}}| = 28$ кН·м = $28 \cdot 10^6$ Н·мм.

5. Определяем осевой момент сопротивления сечения:

$W_x \geq |M_{x_{\max}}| / [\sigma]$; $W_x \geq 28000000 / 160 \geq 175000$ мм³ ≥ 175 см³.

По ГОСТ 8239-89 выбираем двутавр № 20 с $W_x = 184$ см³.

ОТВЕТ: $W_x = 184$ см³ — двутавр № 20 по ГОСТ 8239-89

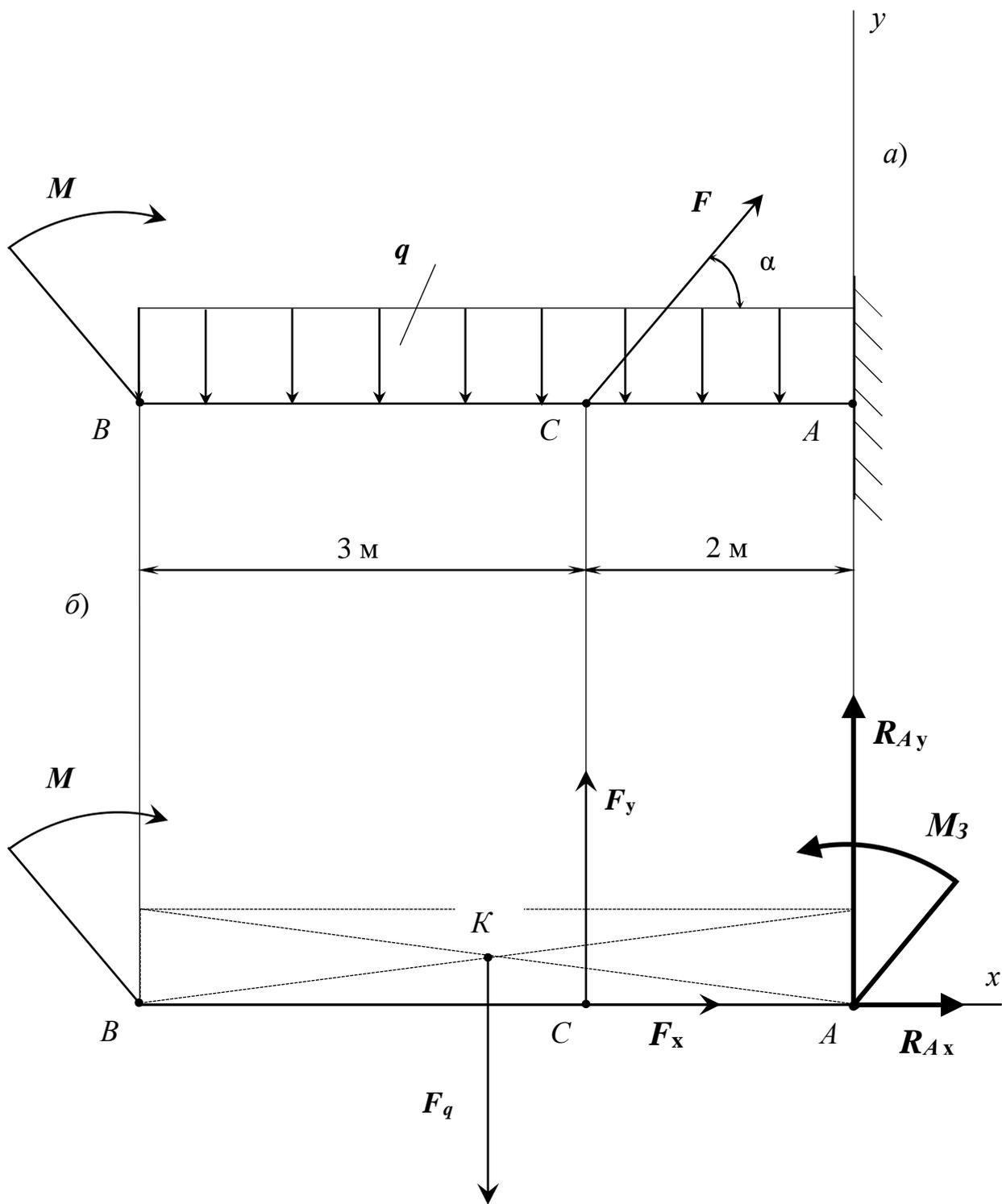
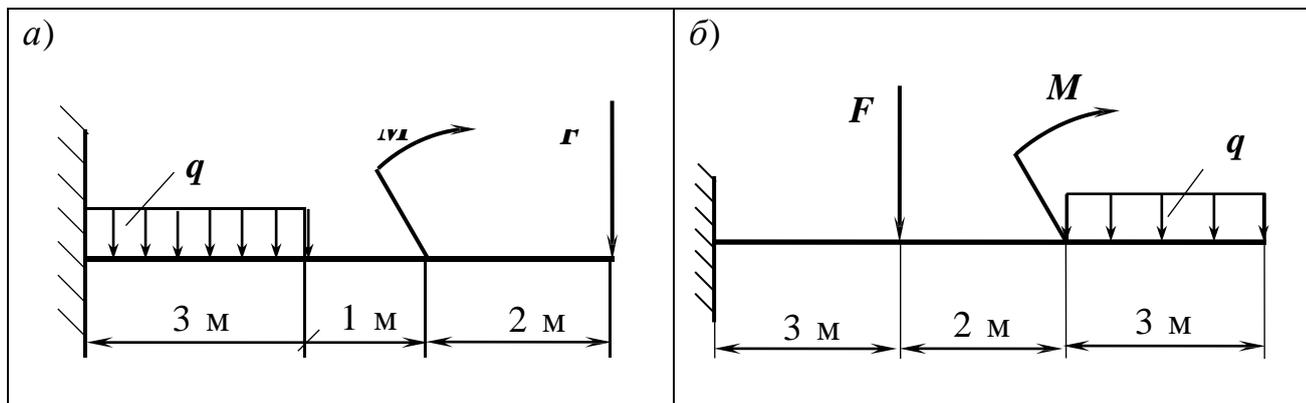


Рис. 4

Задания для самостоятельного решения

Задача 1. Для стальной консольной балки построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов; подобрать из условия прочности необходимый размер двутавра (швеллера), приняв $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$. Данные варианта взять из таблицы к № 4



Схемы к задаче № 1.

Таблица 1

$M, \text{кН}\cdot\text{м}$	20	-25	30	-10	15	$F, \text{кН}$
$q, \text{кН/м}$	1,2	-6	1,5	1,4	-9	
№ варианта и задачи	01	02	03	04	05	40
	06	07	08	09	10	-20
	11	12	13	14	15	18
	16	17	18	19	20	-30
	21	22	23	24	25	2,5
	26	27	28	29	30	-5,0
	31	32	33	34	35	32

Примечание. Профиль сечения балки:

для четных вариантов – двутавр; для нечетных – швеллер.

Контрольные вопросы:

1. Какие разновидности связей используют при проектировании балок?

2. Какой изгиб называется чистым?
3. Какой изгиб называется поперечным?
4. Как определить знаки поперечной силы и изгибающего момента?
5. Как изменяется поперечная сила в сечении балки, к которому приложена сосредоточенная сила?
6. Как распределены нормальные напряжения по поперечному сечению балки?
7. Как определить нормальное напряжение в любой точке данного поперечного сечения при прямом изгибе?
8. Какие формы поперечных сечений являются рациональными для балок из пластических материалов?

Темы 13-16. Расчет балки на прочность

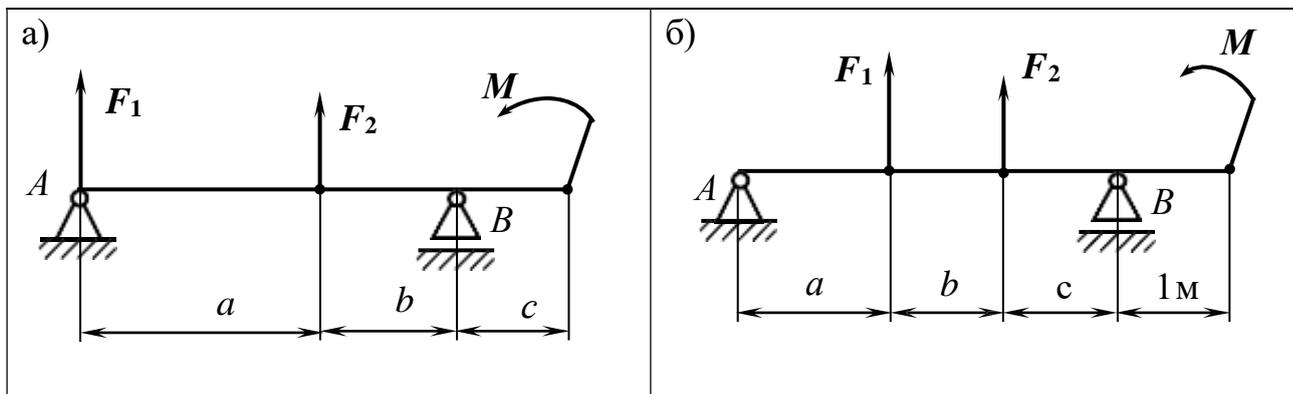
Пример решения задачи

1. Для двухопорной балки, нагруженной сосредоточенными силами F_1 , F_2 и парой сил с моментом M определить:

I) реакции опор балки;

II) размеры поперечного сечения балки в форме круга, приняв $[\sigma]=160$ МПа.

ДАНО: $F_1 = 15$ кН; $F_2 = 4$ кН; $M = 2$ кН·м. НАЙТИ: R_A , R_B ; A .



Схемы к задаче № 1

РЕШЕНИЕ I:

1. Изобразим балку с действующими на нее нагрузками. Строим расчетную схему балки. (рис.2.)
2. Составляем уравнения равновесия и определяем неизвестные реакции опор:

$$\sum M_A(F_k) = 0, F_2 \cdot AC + R_{By} \cdot AB + M = 0;$$

$$R_{By} = (F_2 \cdot 3 - M) / 4; R_{By} = (-4 \cdot 3 - 2) / 4 = -14 / 4 = -3,5 \text{ кН.}$$

$$\sum F_{ky} = 0, R_{Ay} + F_1 + F_2 + R_{By} = 0, R_{Ay} = -F_1 - F_2 - R_{By} = -15 - 4 + 3,5 = -15,5 \text{ кН.}$$

3. Проверяем правильность найденных результатов:

$$\sum M_B(F_k) = -R_{Ay} \cdot AB - F_1 \cdot AB + M - F_2 \cdot BD = 15,5 \cdot 4 - 15 \cdot 4 + 2 - 4 \cdot 1 = 0.$$

РЕШЕНИЕ II:

1. Делим балку на участки по характерным точкам: AC, CB, DB.
2. Определяем ординаты и строим эпюру Q_y :

$$AC, \text{ сечение I-I, справа } Q_{y1} = R_{Ay} + F_1 = -15,5 + 15 = -0,5 \text{ кН.}$$

$$CB, \text{ сечение II-II, справа } Q_{y2} = R_{Ay} + F_1 + F_2 = -15,5 + 15 + 4 = -3,5 \text{ кН.}$$

$$DB, \text{ сечение III-III, слева, } Q_{y3} = 0 \text{ кН.}$$

3. Определяем ординаты и строим эпюру M_x :

$$AC, \text{ сечение I-I, справа, } 0 \leq z_1 \leq 3 \text{ м, } M_{x1} = R_{Ay} \cdot z_1 + F_1 \cdot z_1, \\ \text{при } z_1 = 0 \text{ } M_{x1} = 0; \text{ при } z_1 = 3 \text{ м } M_{x1} = -15,5 \cdot 3 + 15 \cdot 3 = -1,5 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

$$CB, \text{ сечение II-II, справа, } 0 \leq z_2 \leq 1 \text{ м,}$$

$$M_{x2} = R_{Ay} \cdot (3 + z_2) + F_1 \cdot (3 + z_2) + F_2 \cdot z_2, \\ \text{при } z_2 = 0 \text{ } M_{x2} = -1,5 \text{ кН}\cdot\text{м; при } z_2 = 1 \text{ м } M_{x2} = -$$

$$15,5 \cdot 4 + 15 \cdot 4 + 4 \cdot 1 = 2 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

DB , сечение III-III, слева, $0 \leq z_3 \leq 1$ м, $M_{x3} = M = 2$ кН.

4. Проверяем правильность построения эпюр на участке AC :

$$dM_{x1}/dz = d(R_{Ay} \cdot z_1 + F_1 \cdot z_1)/dz = R_{Ay} + F_1 = Q_{y1} = -0,5 \text{ кН}.$$

5. Исходя из эпюры M_x : $|M_{x\max}| = 2,0$ кН·м = $2,0 \cdot 10^6$ Н·мм.

6. Определяем осевой момент сопротивления сечения:

$$W_x \geq |M_{x\max}| / [\sigma] \geq 2000000 / 160 \geq 12500 \text{ мм}^3.$$

7. Находим диаметр поперечного сечения балки:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32W_x}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 12500}{3,14}} = 50 \text{ мм}. \text{ Принимаем } d = 50 \text{ мм}.$$

ОТВЕТ: $R_B = -3,5$ кН; $R_A = -15,5$ кН; $d = 50$ мм.

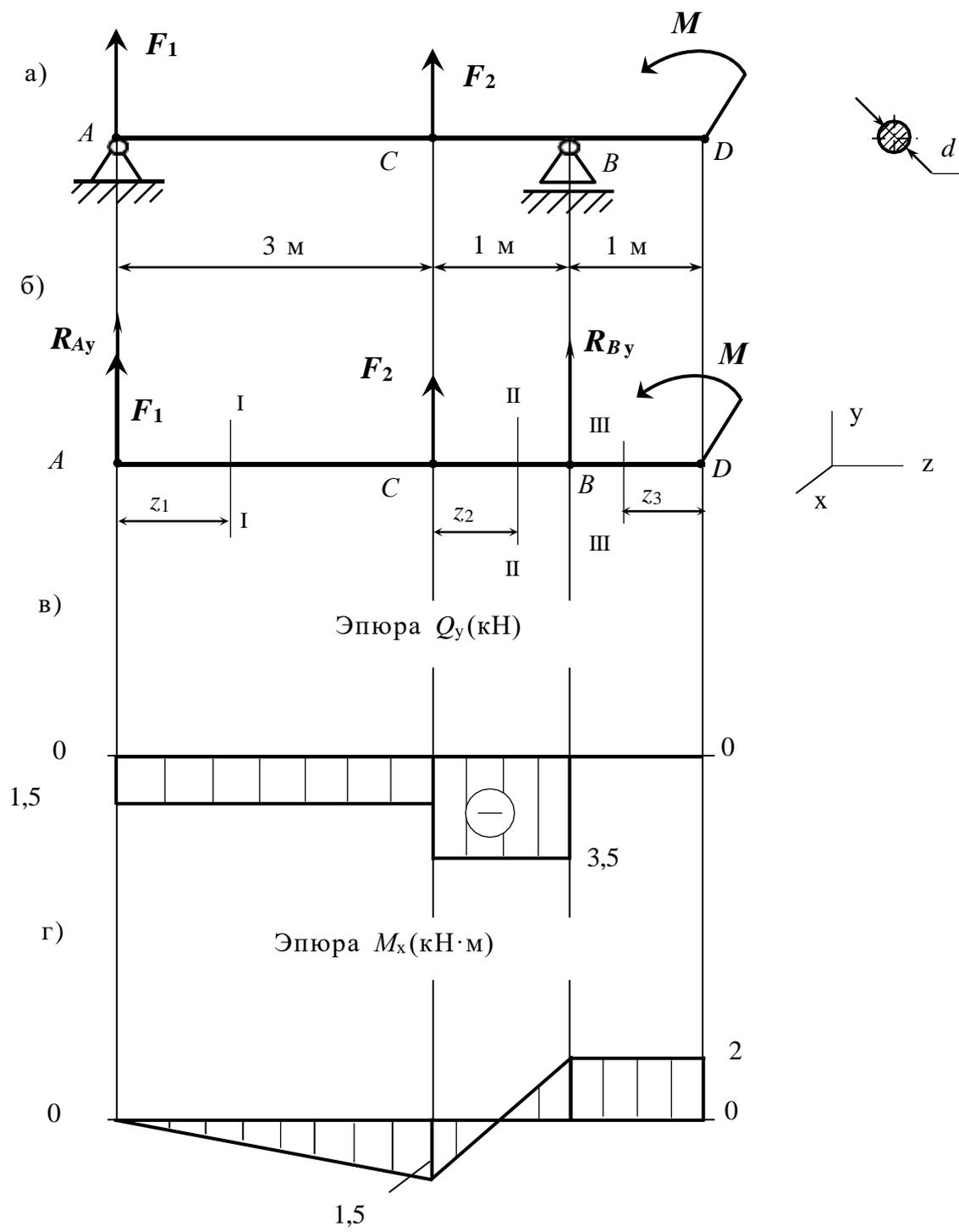


Рис. 2. «Расчет балки на прочность»

Задания для самостоятельного решения

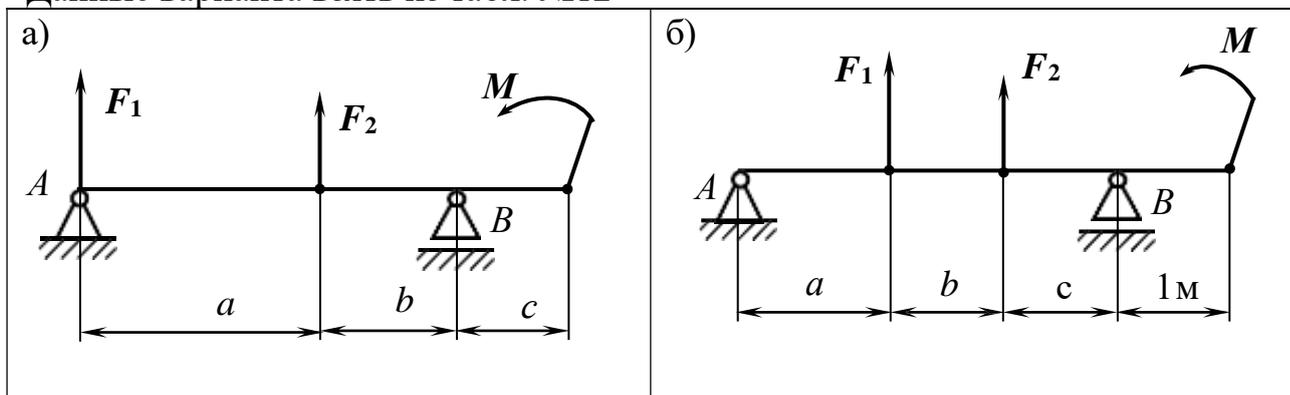
Задача 1. Для двухопорной балки, нагруженной сосредоточенными силами F_1 , F_2 и парой сил с моментом M построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов по всей длине балки, указать участок чистого изгиба.

Определить:

I) реакции опор балки;

II) размеры поперечного сечения балки в форме круга, приняв $[\sigma]=160$ МПа.

Данные варианта взять из табл. №12



Схемы к задаче № 1

Таблица 1

M	кН·м	20	-25	30	-10	15	F_1	F_2
$(a+b+c)$	см	130	100	120	140	150		
b, c	см	30	20	36	40	10	кН	
№ варианта и данные к задаче	01	02	03	04	05	40	-10	
	06	07	08	09	10	-20	42	
	11	12	13	14	15	18	-25	
	16	17	18	19	20	-30	16	
	21	22	23	24	25	12	-45	
	26	27	28	29	30	-25	28	
	31	32	33	34	35	-10	-0,4	

Построение эпюр при продольных нагрузках

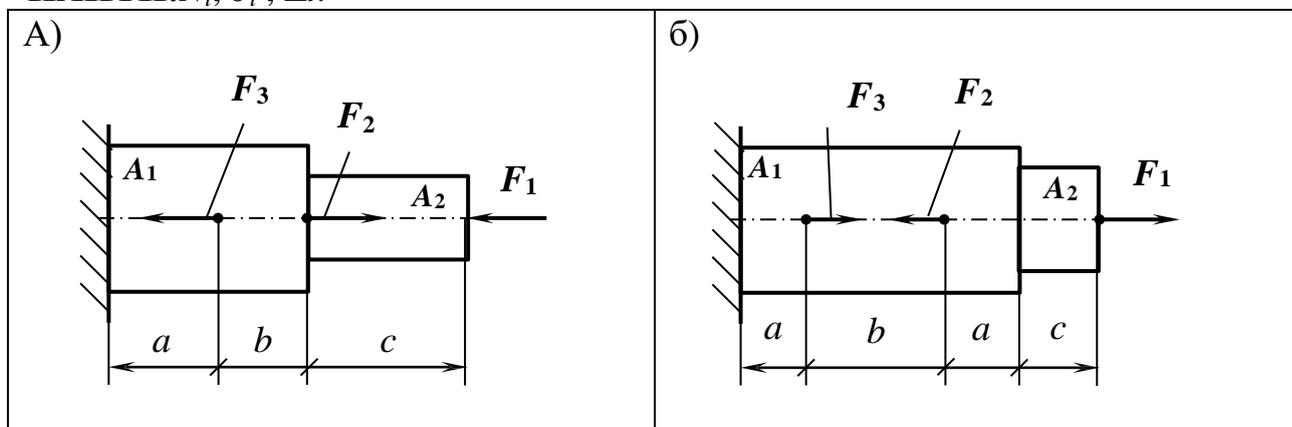
Задача 2. Построить эпюры нормальных сил и напряжений по всей длине бруса;

Определить перемещение свободного конца бруса, если $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

ДАНО: $F_1 = 30$ кН; $F_2 = 38$ кН; $F_3 = 42$ кН; $A_1 = 1,9$ см²; $A_2 = 3,1$ см²;

$a = 0,2$ м; $b = 0,1$ м; $c = 0,5$ м.

НАЙТИ: N_i ; σ_i ; Δl .



Схемы к з. 2.

РЕШЕНИЕ:

1. Разбиваем брус на участки: AB ; BC ; CD . (рис.1)

2. Определяем значения нормальной силы N на участках бруса:

Участок AB , сечение I-I, $N_1 = F_1 = 30$ кН;

Участок BC , сечение II-II, $N_2 = F_1 + F_2 = 30 + 38 = 68$ кН;

Участок CD , сечение III-III, $N_3 = F_1 + F_2 - F_3 = 30 + 38 - 42 = 26$ кН.

Строим эпюру нормальных сил.

3. Вычисляем значения нормальных напряжений на участках бруса:

Участок AB , сечение I-I, $\sigma_1 = N_1 / A_1 = \frac{30 \cdot 10^3}{1,9 \cdot 10^2} = 158$ Н/мм²; $\sigma_1 = 158$ МПа;

Участок BC , сечение II-II, $\sigma_2 = N_2 / A_1 = \frac{68 \cdot 10^3}{3,1 \cdot 10^2} = 219,4$ Н/мм²; $\sigma_2 = 219,4$ МПа;

Участок CD , сечение III-III, $\sigma_3 = N_3 / A_1 = \frac{26 \cdot 10^3}{3,1 \cdot 10^2} = 84$ Н/мм²; $\sigma_3 = 84$ МПа.

Строим эпюру нормальных напряжений.

4. Определяем продольную деформацию бруса:

Участок AB , сечение I-I,

$$\Delta l_1 = N_1 \cdot l_1 / A_1 \cdot E = 30 \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot 10^3 / 1,9 \cdot 10^2 \cdot 2 \cdot 10^5 = 4 \cdot 10^{-1} \text{ мм}; \Delta l_1 = 0,4 \text{ мм};$$

Участок BC , сечение II-II,

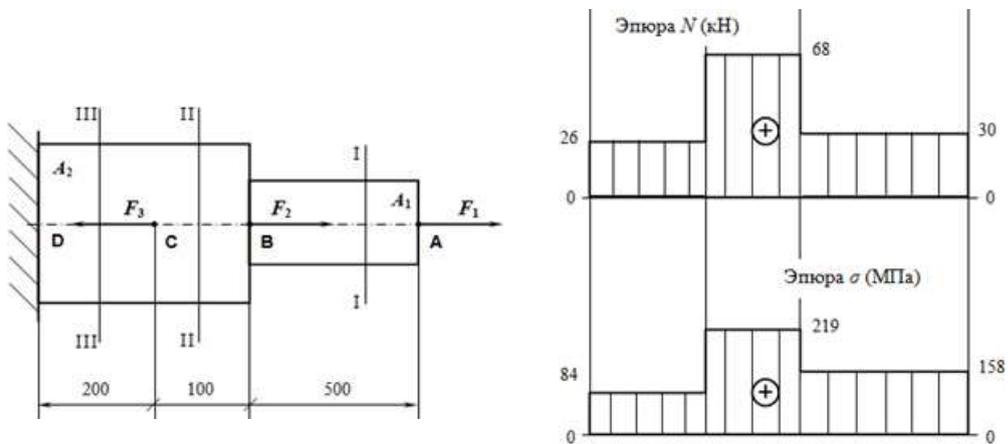
$$\Delta l_2 = N_2 \cdot l_2 / A_2 \cdot E = 68 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 10^3 / 3,1 \cdot 10^2 \cdot 2 \cdot 10^5 = 1 \cdot 10^{-1} \text{ мм}; \Delta l_2 = 0,1 \text{ мм};$$

Участок CD , сечение III-III,

$$\Delta l_3 = N_3 \cdot l_3 / A_2 \cdot E = 26 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 10^3 / 3,1 \cdot 10^2 \cdot 2 \cdot 10^5 = 0,8 \cdot 10^{-1} \text{ мм}; \Delta l_3 = 0,08 \text{ мм};$$

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 = 0,4 + 0,1 + 0,08 = 0,58 \text{ мм}.$$

ОТВЕТ: $\Delta l = 0,58$ мм. Стержень растянут.



Задачи для самостоятельного решения

- Задача.** Защемленный в стене двухступенчатый брус нагружен осевыми силами, как показано на схеме. Массой бруса пренебречь. Необходимо:
- I) Определить нормальные силы и напряжения в поперечных сечениях по всей длине бруса;
 - II) Построить эпюры нормальных сил и напряжений по длине бруса;
 - III) Определить продольную деформацию бруса, если $E=2 \cdot 10^5$ МПа.
- Данные своего варианта взять из табл. № 6

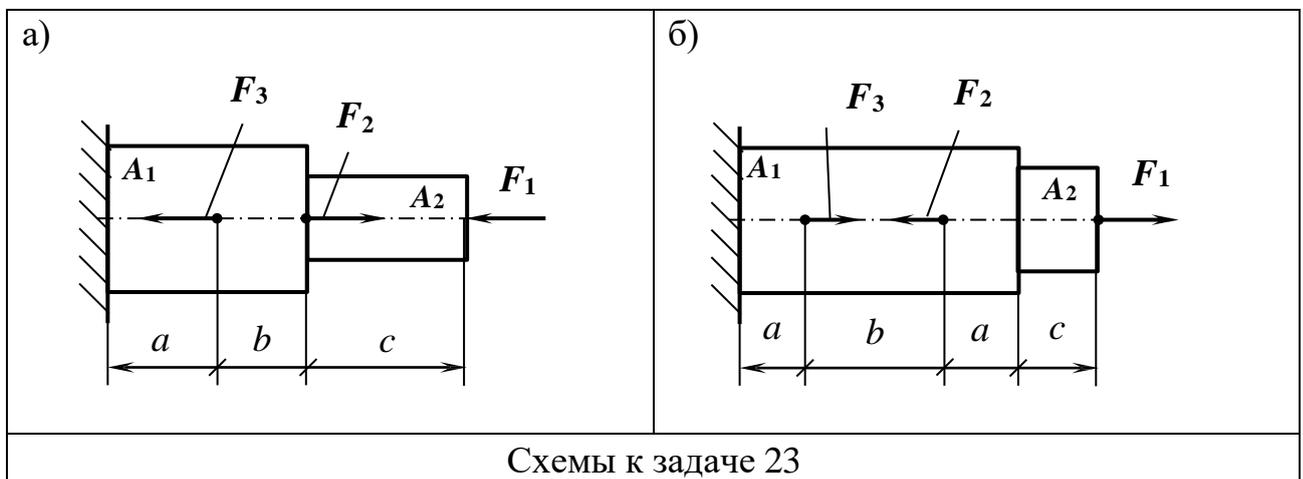
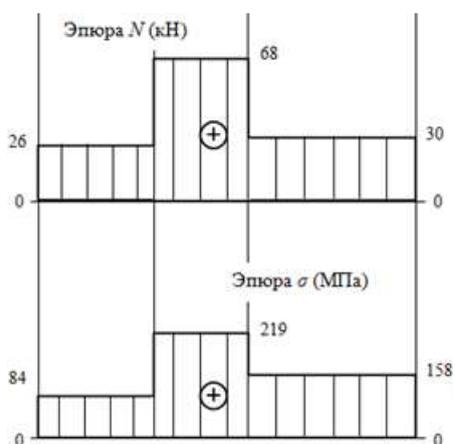


Таблица 13

F_2 , кН		20	-25	30	10	-15	A_1	A_2	F_1
F_3 , кН		-13	100	120	-40	150			
a, b, c	м	0,3	0,2	0,6	0,4	0,1			

№варианта и задачи	01	02	03	04	05	4,0	1,0	45
	06	07	08	09	10	2,0	4,2	-50
	11	12	13	14	15	1,8	2,5	-60
	16	17	18	19	20	1,6	3,0	30
	21	22	23	24	25	5,6	2,8	-55
	26	27	28	29	30	3,5	4,8	10
	31	32	33	34	35	1,7	2,2	-20



Темы №15-20. Механические испытания

Написание реферата по методикам проведения механических испытаний и приборах, используемых в испытаниях

1. Методические рекомендации по оформлению реферата

Реферат - краткое изложение в письменном виде или в форме публичного доклада содержания научного труда или трудов, обзор литературы по теме. Это самостоятельная научно-исследовательская работа студента, в которой раскрывается суть исследуемой проблемы. Изложение материала носит проблемно-тематический характер, показываются различные точки зрения, а также собственные взгляды на проблему.

Содержание реферата должно быть логичным. Объем реферата, как правило, от 5 до 15 машинописных страниц. Темы реферата разрабатывает преподаватель, ведущий данную дисциплину. Перед началом работы над рефератом следует наметить план и подобрать литературу. Прежде всего, следует пользоваться литературой, рекомендованной учебной программой, а затем расширить список источников, включая и использование специальных журналов, где имеется новейшая научная информация.

Структура реферата:

- Титульный лист.
- Оглавление.

□ Введение (дается постановка вопроса, объясняется выбор темы, её значимость и актуальность, указываются цель и задачи реферата, даётся характеристика используемой литературы).

□ Основная часть (состоит из глав и подглав, которые раскрывают отдельную проблему или одну из её сторон и логически являются продолжением друг друга).

□ Заключение (подводятся итоги и даются обобщённые основные выводы по теме реферата, делаются рекомендации).

□ Список литературы.

В списке литературы должно быть не менее 8-10 различных источников.

Допускается включение таблиц, графиков, схем, как в основном тексте, так и в качестве приложений.

Приложение 2.

Оценочный лист реферата

ФИО _____

Группа _____ специальность _____

Преподаватель _____

Тема реферата _____

Учебная дисциплина, МДК, ПМ _____

Критерии оценки реферата	Максим. кол-во баллов	Кол-во баллов
Новизна текста		
Актуальность темы исследования	2	
Самостоятельность в постановке проблемы	2	
Наличие авторской позиции	3	
Стилевое единство текста	2	
Степень раскрытия сути исследуемой проблемы		
Соответствие плана теме реферата	3	
Соответствие содержания теме и плану	3	
Полнота и глубина раскрытия основных положений	3	
Обоснованность способов и методов работы с материалом	1	
Умение работать с литературой	2	
Умение систематизировать и структурировать	1	
Умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения	1	
Обоснованность выбранных источников		
Полнота использования работ по проблеме	1	
Привлечение работ известных исследователей, новых статистических данных и т.п.	1	
Требования к оформлению		

Грамотность и культура оформления	1	
Владение терминологией	1	
Соблюдение орфографического режима	1	
Соблюдение единой стилистики изложения	1	
Наличие приложений	1	
Средний балл		
Окончательная оценка		

Оценка в баллах

30-25 - оценка «5»;

24-20 - оценка «4»;

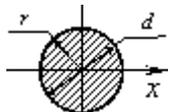
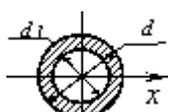
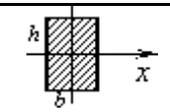
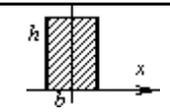
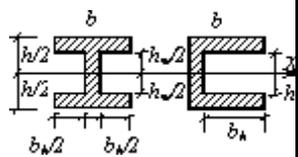
19-15 - оценка «3»;

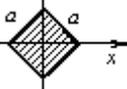
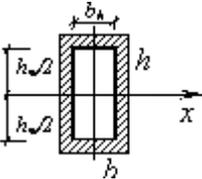
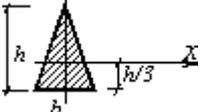
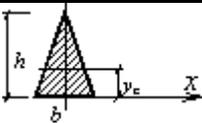
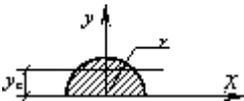
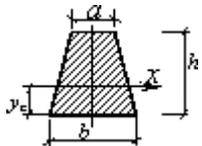
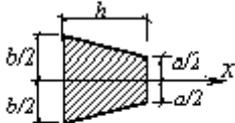
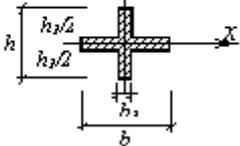
14 и ниже - оценка «2»

Подпись преподавателя _____

Справочные материалы

Площади, координаты центров тяжести, осевые моменты инерции, моменты сопротивления и радиусы инерции для основных форм сечений

Сечение	Ордината центра тяжести y_c	Площадь A	Осевой момент инерции J_x	Момент сопротивления W_x	Радиус инерции i_x
	0	$\frac{\pi d^2}{4} = \pi r^2$	$\frac{\pi d^4}{64} \approx 0,0491d^4$	$\frac{\pi d^3}{32} \approx 0,0982d^3$	$\frac{d}{4}$
	0	$\frac{\pi(d^2 - d_1^2)}{4}$	$\frac{\pi(d^4 - d_1^4)}{64} \approx 0,0491(d^4 - d_1^4)$	$\frac{\pi(d^4 - d_1^4)}{32d} \approx 0,0982 \frac{(d^4 - d_1^4)}{d}$	$\frac{\sqrt{d^2 + d_1^2}}{4} \approx 0,354d_{cp}$
	0	bh	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{bh^2}{6}$	$\frac{h}{\sqrt{12}}$
	$\frac{h}{2}$	bh	$\frac{bh^3}{3}$	$\frac{bh^2}{3}$	$\frac{h}{\sqrt{3}}$
	0	a^2	$\frac{a^4}{12}$	$\frac{a^3\sqrt{2}}{12} \approx 0,118a^3$	$\frac{a}{\sqrt{12}} \approx 0,289a$

					
	0	$bh - b_k h_w$	$\frac{bh^3 - b_k h_w^3}{12}$	$\frac{bh^3 - b_k h_w^3}{6h}$	$\sqrt{\frac{J_x}{A}}$
	0	$bh - b_k h_w$	$\frac{bh^3 - b_k h_w^3}{12}$	$\frac{bh^3 - b_k h_w^3}{6h}$	$\sqrt{\frac{bh^3 - b_k h_w^3}{12(bh - b_k h_w)}}$
	0	$\frac{bh}{2}$	$\frac{bh^3}{36}$	$\frac{bh^2}{24}$	$\frac{h}{\sqrt{18}} = 0,236h$
	$\frac{h}{3}$	$\frac{bh}{2}$	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{bh^2}{12}$	$\frac{h}{\sqrt{6}} = 0,408h$
	$\frac{4r}{3\pi} \approx 0,424r$	$\frac{\pi r^2}{2}$	$J_x = 0,110r^4$ $J_x = 0,4r^4$	$W_x = 0,1912r^3$ $W_y = 0,4r^3$	$i_{\min} = i_x = 0,2638r,$ $i_y = \frac{r}{2}$
	$\frac{h(2a+b)}{3(a+b)}$	$\frac{a+b}{2} h$	$\frac{h^3(a^2 + 4ab + b^2)}{36(a+b)}$	$\frac{h^2(a^2 + 4ab + b^2)}{12(2a+b)}$	$\sqrt{\frac{h^2(a^2 + 4ab + b^2)}{18(a+b)^2}}$
	0	$\frac{a+b}{2} h$	$\frac{h(b^4 - a^4)}{48(b-a)}$	$\frac{h(b^4 - a^4)}{24(b^2 - ba)}$	$\sqrt{\frac{a^2 + b^2}{24}}$
	0	$hb_1 + (b - b_1)h_1$	$\frac{b_1 h^3 + (b - b_1)h_1^3}{12}$	$\frac{b_1 h^3 + (b - b_1)h_1^3}{6h}$	$\sqrt{\frac{J_x}{A}}$

Механические характеристики конструкционных материалов

Материал	Временное сопротивление (предел прочности) σ_{ε} , МПа	Предел текучести σ_T , МПа	Относительное удлинение δ , %	Предел выносливости, МПа		
				σ_{-1p}	σ_{-1u}	τ_{-1k}
Углеродистые стали обыкновенного качества						
Ст 2кп	330...420	200...220	30...33	120...160	170...220	80...130
Ст2пс(сп)	340...440	210...230	29...32			
Ст 3кп	370...470	220...240	24...27	120...160	170...220	100...130
Ст 3пс(сп)	380...490	230...250	23...26			
Ст 4кп	410...520	240...260	22...25	-	190...250	-
Ст 4пс(сп)	420...540	250...270	21...24			
Ст 5пс(сп)	500...640	270...290	17...20	170...220	220...300	130...180
Ст 6пс(сп)	600	300...320	12...15	190...250	250...340	150...200
Углеродистые качественные стали (нормализованные)						
10	340...420	210	31	120...150	160...220	80...120
20	420...500	250	25	120...160	170...220	100...130
30	500...600	300	21	170...210	200...270	110...140
40	580...700	340	19	180...240	230...320	140...190
45	610...750	360	16	190...250	250...340	150...200
50	640...800	380	14	200...260	270...350	160...210
60	690...900	410	12	220...280	310...380	180...220
Легированные стали						
20X	720...850	400...650	12	-	310...380	170...230
40X	730...1050	650...900	15,5	240...340	320...480	210...260
45X	850...1060	700...950	9	-	400...500	-
40XH	1000...1450	800...1300	-	310...420	460...600	-
30XГСА	1100...1700	850...1500	7	-	480...700	280...400
60Г	710	420	11	250...320	-	-
Серые и высокопрочные чугуны						
СЧ18-36	Растяжение 180 Изгиб 360 Сжатие 700	-	-	35	90	-
СЧ24-44	Растяжение 240 Изгиб 440 Сжатие 1000	-	-	65	120	100
СЧ21-40	Растяжение 210 Изгиб 400 Сжатие 950	-	-	-	100	80
ВЧ50-2	Растяжение 500 Изгиб 900...1000 Сжатие 1800	380	2	-	200...220	170...210
Алюминиевые деформируемые сплавы						
АМЦ	100	50	20	-	50	-
АД – 31: естественное	140	70	13	-	90	-

Материал	Временное сопротивление (предел прочности) σ_s , МПа	Предел текучести σ_T , МПа	Относительное удлинение δ , %	Предел выносливости, МПа		
				σ_{-1p}	σ_{-1z}	τ_{-1k}
старение искусств. старение	200	150	8	-	-	-
АМг5	270	120	15	-	110	-
АМг6	320	160	15	-	130	-
Д16Т	400...430	280...300	10	-	115	-
Медные сплавы						
Латунь Л68:						
мягкая	300...380	-	42	-	120	-
твердая	440...550	-	10	-	150	-
Бронза:						
Бр.АМц9-2	480...550	-	20...12	-	-	-
Бр.АжМц 10-3-1,5	60	-	12	-	-	-
Неметаллические материалы						
Дерево:						
сосна	Растяжение 115 Изгиб 74...88 Сжатие 45	-	-	-	-	-
дуб	Растяжение 130 Изгиб 95 Сжатие 52	-	-	-	-	-
Текстолит	Растяжение 100 Изгиб 140...150 Сжатие 230...250	70...80	-	-	-	-
Капрон	Растяжение 60 Изгиб 90...100 Сжатие 85...100	-	-	-	-	-
Эпоксидные смолы	Растяжение 80 Изгиб 120...130 Сжатие 145...155					
Фторопласт	Растяжение 37 Изгиб 60...80 Сжатие 50...60	-	50...70	-	-	-
Хлопок	Растяжение 376	-	-	-	-	-
Шерсть	Растяжение 109	-	-	-	-	-
Лен	Растяжение 352	-	-	-	-	-
Джут	Растяжение 287	-	-	-	-	-
Пенька	Растяжение 450	-	-	-	-	-
Манильская пенька	Растяжение 477	-	-	-	-	-
Копра	Растяжение 292	-	-	-	-	-
Растительный шелк	Растяжение 355	-	-	-	-	-
Шелк-сырец	Растяжение 448	-	-	-	-	-

Расчетные сопротивления проката для стальных конструкций и отливок из серого чугуна

Материал	Расчётное сопротивление, МПа			
	R _y	R _u	R _t	R _c
Сталь листовая, прокат, фасонная				
С245	240	360	-	-
С255	240	360	-	-
С285	280	390	-	-
С375	345	480	-	-
Чугун серый				
СЧ15	-	-	55	160
СЧ20	-	-	65	200
СЧ25	-	-	85	230
СЧ39	-	-	100	250

Ориентировочные величины основных допускаемых напряжений на растяжение и сжатие

Материал	Допускаемое напряжение $[\sigma]$, МПа	
	на растяжение	на сжатие
Сталь: углеродистая горячекатанная углеродистая конструкционная легированная конструкционная в отливках	115-195 110-240 140-260 90-160	
Чугун в отливках: серый ковкий	33-100 85-110	145-310 95-125
Медь	30-110	
Латунь	60-130	
Бронза	50-110	
Алюминий	25-70	
Дюралюминий	70-140	
Текстолит	30-45	
Стеклотекстолит	35	
Бакелизированная фанера	40-50	
Капрон	30	
Поливинилхлорид	25	
Полипропилен	17	
Дуб: вдоль волокон поперек волокон	9-13 -	13-15 2-3,5
Сосна: вдоль волокон поперек волокон	7-10 -	10-12 1,5-2
Кладка: каменная кирпичная	0,2 0,2	0,4-4 0,6-2
Бетон	0,2-1,4	2,0-24

ОСНОВНЫЕ РАСЧЁТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАИБОЛЕЕ УПОТРЕБИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Материал	Модули упругости, гПа		Температурный коэффициент линейного расширения $\alpha \cdot 10^{-5}$	Коэффициент Пуассона μ	Плотность ρ , кг/м ³
	E	G			
Сталь: углеродистая	200	80	1,25	0,24-0,28	7850
легированная	210	80	1,25	0,25-0,33	7500
литье	175	-	1,25	0,25-0,33	7500
Пучки и пряди параллельных стальных проволок	196	-	-	0,3	7850
Канаты стальные спиральные двойной свивки	147	-	-	-	7850
Чугун: серый	115-160	45	1,14	0,23-0,27	7200
ковкий	155	-	1,14	0,23-0,27	7200
Медь: прокатная	110	40	1,65	0,31-0,34	8500
холоднотянутая	130	49	1,65	0,31-0,34	8500
Латунь холоднотянутая	91-99	35-37	1,7-2,2	0,32-0,42	8500
Алюминий	59-69	27	2,6	0,32-0,36	2700
Дюралюминий	70	27-37	2,6	0,32-0,36	2700
Свинец	17	7	2,9	0,42	11340
Цинк	82	22	-	0,27	6900 – 7300
Титан	112	-	-	-	4500
Кобальт	200	-	-	-	8800
Вольфрам	400	-	-	-	19300
Бетон тяжелый естественного твердения					
класса:	27	0,4	1	0,16	2400
B20	32,5	$E_{\text{ж}}$	1	0,16	2400
B30	39	0,4	1	0,16	2400
B50		$E_{\text{ж}}$			
		0,4			
		$E_{\text{ж}}$			
Полимербетон	18	-	-	-	2300
Сплошная кладка из:					
глиняного кирпича	28	-	0,4-0,7	-	1800
известняка	60	-	0,4-0,7	-	1800
гранита	98	-	0,4-0,7	-	-
Гранит	49	14-44	0,4-0,7	-	2600
Известняк	42	-	0,4-0,7	-	2300-2700

Материал	Модули упругости, гПа		Температурный коэффициент линейного расширения $\alpha \cdot 10^{-5}$	Коэффициент Пуассона μ	Плотность ρ , кг/м ³
	E	G			
Мрамор	56	14-44	0,4-0,7	-	2700
Уголь	62	-	-	0,11	800-950
Сосна воздушно-сухая: вдоль волокон поперек волокон	10 0,5- 1,0	5,5 5,5	0,02-0,05 0,02-0,05	- -	550 550
Дуб	11	-	0,02-0,05	-	800
Стекло	56	22	-	0,25	2200
Текстолит	6-10	2,5	-	-	1350
Стеклотекстолит КАСТ-В: по основе по утку перпендикулярно слоям	21,2 12,3 4	4 4 -	- - -	- - -	1600–1800 1600–1800 1600–1800
Винипласт	40	-	-	0,35	1300
Капрон	20	45	-	0,35	1100
Полиэтилен НД	0,45- 0,5	-	-	0,39	65-950
Полиэтилен ВД	0,13- 0,16	-	-	-	25-910
Каучук	0,08	0,027	-	0,47	930
Лед	10	3	0,5	-	900
Целлулоид	-	-	16-20	0,33 – 0,38	-
Парафин	-	-	-	0,50	-
Пробка	-	-	-	0,00	-
Песок сухой	-	-	-	-	1500-1700

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основные источники:

1. Олофинская, В. П. Техническая механика. Сборник тестовых заданий : учебное пособие / В.П. Олофинская. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 132 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-016753-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1221360>

Дополнительные источники

2. Техническая механика : учеб. пособие / В.Э. Завистовский. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 376 с. — (Среднее профессиональное образование). - Текст : электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/1020982>