

Главное управление образования Гродненского облисполкома
УО «Скидельский государственный колледж»

УТВЕРЖДАЮ

Зам.директора по УПР

_____ Г.М.Кузьмицкая

_____ 2025 г.

ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

**Методические рекомендации по изучению предмета и выполнению
домашней контрольной работы для учащихся заочной формы получения
образования учреждений, обеспечивающих получение среднего
специального образования по специальности 5-04-0812-02 «Техническое
обслуживание и ремонт
сельскохозяйственной техники» (педагогическая деятельность)»**

Рассмотрено на заседании цикловой
комиссии преподавателей среднего
специального образования по
специальности «Техническое
обслуживание и ремонт
сельскохозяйственной техники»
(педагогическая деятельность)»

Протокол № ____ от _____ 202__ г.

Председатель _____ Е.Ф.Литвин

Скидель, 2024

Составитель: преподаватель *Л.П.Полукошко*

Рецензенты: заместитель директора по УПР *Г.М.Кузьмицкая*
председатель цикловой комиссии преподавателей среднего
специального образования по специальности «Техническое
обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники»
(педагогическая деятельность)» *Е.Ф.Литвин*

Разработаны на основе примерной учебной программы для учреждений, обеспечивающих получение среднего специального образования по специальности «Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства»

Разработка включает методические рекомендации по изучению предмета и выполнению контрольной работы.

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	4
Методические рекомендации по оформлению домашней контрольной работы	6
Таблица распределения заданий по вариантам	7
Критерии оценки выполнения домашней контрольной работы	8
План самостоятельного изучения учебного предмета	9
Список источников для изучения учебного предмета	21
Перечень заданий для домашней контрольной работы	22
Методические рекомендации по выполнению домашней контрольной работы	31
Перечень вопросов для подготовки к экзамену	41
Критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся по учебному предмету	45

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Настоящие методические рекомендации по изучению учебного предмета «Техническая механика» и выполнению домашней контрольной работы (далее – методические рекомендации) предусматривает изучение деталей машин и их расчет.

Цель изучения учебного предмета «Техническая механика» – формирование у учащихся теоретических знаний и практических умений о методах испытаний материалов деталей машин и механизмов с использованием законов технической механики, основах расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах нагружения (простой и сложный), особенностях конструкций и методах расчета деталей и механизмов машин, выполнению расчетов с использованием законов технической механики, определению основных

механических характеристик, выбору материалов в соответствии с их назначением и использованием в конкретных эксплуатационных условиях, составлению расчетных схем механизмов и выполнению расчетов с использованием информационно-справочных материалов и источников, проектированию простейших конструкций.

Программный учебный материал настоящего учебного предмета предусматривает межпредметные связи с такими учебными предметами учебного плана учреждения образования по специальности, как «Инженерная графика», «Материаловедение и технология материалов», «Нормирование точности и технические измерения», «Устройство агрегируемой техники и оборудования», «Устройство колесных тракторов», «Устройство и эксплуатация автомобилей», «Ремонт сельскохозяйственной техники».

В ходе изучения программного учебного материала необходимо руководствоваться действующими нормативными правовыми актами, техническими нормативными правовыми актами, соблюдать единство терминологии и обозначений.

Для закрепления теоретического материала и формирования у учащихся необходимых умений учебной программой предусмотрено проведение лабораторных и практических работ.

При изучении учебного предмета «Техническая механика» учебным планом предусмотрено выполнение одной домашней контрольной работы. Выполнение домашней контрольной работы является важным средством самоконтроля, служит основой глубокого усвоения учебного материала, способствует подготовке к экзамену.

Настоящими методическими рекомендациями определены цели изучения каждой темы, спрогнозированы результаты их достижения в соответствии с уровнями усвоения учебного материала по учебному предмету «Техническая механика».

В методических рекомендациях приведены критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся, разработанные с Правилами проведения аттестации учащихся, при освоении содержания образовательных программ среднего специального образования.

В настоящих методических рекомендациях актуализирован перечень литературы в соответствии с литературой, имеющейся в библиотеке колледжа. В результате изучения учебного предмета «Техническая механика» учащиеся должны:

знать:

- основные понятия механики твердого тела;
- силовое взаимодействие деталей машин в процессе их работы;
- механические характеристики материалов;
- пути уменьшения вредного воздействия неблагоприятных факторов;
- общую методику расчета и проектирования деталей машин и механизмов; тенденции совершенствования машин;
- основные понятия и аксиомы механики;
- методы решения задач с использованием законов механики;
- методы испытаний материалов деталей машин и механизмов с использованием законов технической механики;
- основы расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах нагружения (простой и сложный);
- особенности конструкций и методы расчета деталей и механизмов машин; критерии прочности конструкций и методы расчета деталей и механизмов общего назначения на прочность.

уметь:

- выполнять расчеты с использованием законов технической механики; производить испытания материалов;
- определять основные механические характеристики;
- выбирать материалы в соответствии с их назначением и использованием в конкретных эксплуатационных условиях;
- составлять расчетную схему механизма и выполнять расчет с использованием информационно-справочных материалов и источников;
- проектировать простейшие конструкции.

При изложении учебного материала следует соблюдать единство терминологии и обозначения в соответствии с действующими стандартами, Международной системой единиц (СИ).

В целях контроля усвоения программного учебного материала предусмотрено проведение экзамена.

Выполнение контрольной работы

К выполнению контрольной работы можно приступить только после изучения соответствующей темы и получения навыков решения задач. Задачи контрольных работ даны в последовательности тем программы и должны решаться постепенно, по мере изучения материала. Все расчёты

обязательно должны быть доведены до окончательного числового результата.

При затруднении в понимании какого-либо вопроса нужно обратиться за разъяснениями в колледж.

При изучении предмета каждый учащийся выполняет две контрольные работы. Для первой работы в данное пособие включено 50 задач. Каждый учащийся выполняет по пять задач в контрольной работе.

Вариант контрольных работ определяются по двум последним цифрам шифра учащегося. Например, учащийся, имеющий шифр 485, выполняет вариант 85, имеющих шифр 1003-вариант 03, шифр 600-вариант 00 и т.д. Задачи, которые должен решить учащийся в соответствии со своим вариантом, приведены в табл.

Учебными планами заочного обучения предусмотрено выполнение лабораторных и практических работ по всем разделам предмета. Эти работы выполняются в периоды экзаменационных сессий или в течение учебных семестров.

Методические рекомендации по оформлению домашней контрольной работы

Все контрольные работы, сдаваемые или высылаемые учащимися на проверку, должны быть выполнены и оформлены в соответствии со следующими требованиями.

Каждая контрольная работа выполняется в отдельной школьной тетради в клетку.

На обложке тетради заполняются: наименование учебного предмета, номер контрольной работы, номер варианта, фамилия, имя и отчество учащегося, его шифр.

Работы надо выполнять аккуратным подчерком, обязательно чернилами или шариковой ручкой, с интервалами между строчками (обычно через одну клетку). Для замечаний преподавателя оставлять поля шириной не менее 20 мм, а в конце тетради – две-три страницы для рецензии. Можно записи решения задач выполнять на одной (правой) страницы тетради, а вторую (левую) страницу оставлять чистой для замечаний преподавателя. При этом оставлять поля для замечаний на правой страницы не надо.

Тексты условия задач переписывать обязательно, рисунки к задачам должны быть выполнены чётко в соответствии с требованиями инженерной графики и только карандашом.

Решение задачи делиться на пункты. Каждый пункт должен иметь подзаголовок с указанием, что и как определяется, по каким формулам или на основе каких теорем, законов, правил, методов.

Преобразование формул, уравнений в ходе решения производить в общем виде, а уже за тем подставлять исходные данные. Порядок подстановки числовых значений должен соответствовать порядку расположения в формуле буквенных обозначений этих величин. После подстановки

исходных значений вычислить окончательный или промежуточный результат.

Вычисления производить с помощью электронного микрокалькулятора с точностью до двух значащих цифр.

При решении задач применять только Международную систему единиц (СИ), а также кратные и дольные от них. Для обозначения основных общетехнических величин использовать только стандартные символы (обозначения).

Тщательно проверить правильность всех вычислений, обратить особое внимание на соблюдение правильности размерностей, подставляемых в формулу значений, оценить правдоподобность полученного ответа.

Выполненную контрольную работу нужно своевременно выслать (сдать) в учебное заведение.

После получения зачетной работы учащийся должен внимательно изучить все замечания и ошибки, отмеченные преподавателем на полях тетради и в рецензии, проанализировать их и доработать материал. Если работа не зачтена, то согласно указаниям преподавателя она выполняется заново или частично.

Таблица распределения заданий по вариантам

№ варианта	Номера задач				
00	1	11	21	31	42
01	2	12	22	32	41
02	3	13	23	33	44
03	4	14	24	34	43
04	5	15	25	35	46
05	6	16	26	36	45
06	7	17	27	37	48
07	8	18	28	39	47
08	9	19	29	38	50
09	10	20	30	40	49
10	11	20	29	38	46
11	12	11	30	39	47
12	13	12	21	40	48
13	14	13	22	31	49
14	15	14	23	32	50
15	16	15	24	33	41
16	17	16	26	34	43
17	18	17	25	35	42
18	19	18	27	36	44
19	20	19	28	37	45
20	21	19	27	35	42
21	22	20	28	39	45
22	23	11	29	37	46
23	24	12	30	38	47
24	25	13	21	36	48
25	26	14	22	40	49
26	27	15	23	31	50
27	28	16	24	32	44
28	29	17	25	33	43
29	30	18	26	34	41
30	1	18	30	39	47

Критерии оценки выполнения домашней контрольной работы

Для оценки результатов учебной деятельности учащихся по выполнению контрольной работы примерными являются следующие критерии.

Работа **зачтена** при условии, что она выполнена в полном объеме (все задания в варианте);

ответы на теоретические вопросы даны правильно, точно;
научные термины употребляются в соответствии с их значением; практические задания выполнены верно, ход решения задач пояснен;

работа оформлена аккуратно, без помарок и исправлений;
приведен список использованных источников со ссылками на них по ходу ответа.

Работа может быть зачтена, если она содержит единичные не существенные ошибки:

описки и неточности, не искажающие суть ответа,
отсутствие выводов по заданиям;
арифметические ошибки в решении задачи, не приводящие к неверному результату;
отсутствие списка использованных источников или его неправильное оформление;
неверное употребление научных терминов, единиц измерения.

Работа **не зачтена** если:
выполнено менее 75% заданий;
не раскрыта основная суть теоретического вопроса;
ответ переписан из учебной литературы без адаптации к заданию;
отдельные вопросы не соответствуют варианту домашней контрольной работы;

для решения задачи неправильно выбрана формула и допущены грубые ошибки в расчетах;

отсутствует ответ хотя бы на один вопрос.

Домашние контрольные работы, которые оценены отметкой «зачтено» и в которых устранены недостатки и ошибки, отмеченные при их рецензировании, предъявляются учащимися преподавателю до начала экзамена по учебному предмету.

Не подлежит проверке и рецензированию контрольная работа, выполненная небрежно, неразборчивым почерком, а также не по заданному варианту. В таком случае она возвращается учащемуся на повторное выполнение с указанием причин возврата.

ПЛАН САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА		
Цели	Содержание темы	Результат
Сформировать представление о целях и задачах учебной дисциплины «Техническая механика».	Введение ОПБП. Общая характеристика учебной дисциплины «Техническая механика». Цели ее изучения и задачи. Место и роль учебной дисциплины в системе специальных дисциплин и подготовке высококвалифицированных специалистов.	Высказывает общее суждение о целях и задачах учебной дисциплины «Техническая механика»
Сформировать знания об основных понятиях статики. Дать понятие об аксиомах статики, о связях и реакциях связей.	РАЗДЕЛ 1. СТАТИКА Тема 1.1. Основные понятия и аксиомы статики Материальная точка. Абсолютно твердое тело. Сила. Система сил. Эквивалентные системы сил. Равнодействующая. Уравновешивающая сила. Первая аксиома (закон инерции). Вторая аксиома (условие равновесия двух сил). Третья аксиома (принцип присоединения и исключения уравновешенных сил). Перенос силы вдоль линии ее действия (сила – скользящий вектор). Четвертая аксиома (правило параллелограмма) пятая аксиома (закон равенства действия и противодействия). Свободное и несвободное тело. Связи и реакции связей.	Раскрывает сущность материальной точки, абсолютно твердого тела, силы, системы сил, равнодействующей силы, излагает аксиомы статики, описывает свободное и несвободное тело, связи и их реакции
Сформировать знания о плоской системе сходящихся сил, способах определения равнодействующей силы, об алгоритме решения задач на равновесие плоской системы сходящихся сил.	Тема 1.2. Плоская система сходящихся сил Плоская система сходящихся сил. Способы определения равнодействующей плоской системы сходящихся сил: графический и аналитический. Разложение силы на две составляющие. Силовой многоугольник. Проекция силы на ось, правило знаков. Проекция силы на две взаимно перпендикулярные оси. Аналитическое определение равнодействующей. Условия равновесия в аналитической и геометрической формах. Рациональный выбор координатных осей.	Описывает плоскую систему сходящихся сил, способы определения равнодействующей силы, объясняет алгоритм решения задач на равновесие плоской системы сходящихся сил
Сформировать знания о сущности пары сил, плече и моменте пары сил, об эквивалентности и сложении пар сил, условии равновесия пары сил	Тема 1.3. Плоская система пар Пара сил. Вращающее действие пары сил на тело. Плечо пары сил. Момент пары сил, знак момента. Эквивалентность пар. Сложение пар. Условие равновесия пары сил. Момент силы относительно точки. Момент силы относительно оси.	Раскрывает сущность пары сил, описывает плечо и момент пары сил, эквивалентность и сложение пар сил, объясняет условие равновесия пары сил.
Сформировать понятие о приведении силы и плоской системы сил к центру, главному векторе и главному моменте системы, видах уравнения равновесия, об алгоритме решения задач на равновесие плоской	Тема 1.4. Плоская система произвольно расположенных сил Приведение силы к данной точке (центру). Приведение плоской системы сил к данному центру. Главный вектор и главный момент системы. Уравнение равновесия (3 вида). Рациональный выбор центров моментов. Алгоритм решения задач на равновесие плоской системы произвольно расположенных	Описывает приведение силы и плоской системы сил к центру, главный вектор и главный момент системы, виды уравнения равновесия, излагает алгоритм решения задач на

системы произвольно расположенных сил, о балочных системах, видах опор, методике определения опорных реакций балочных систем.	сил. Проверка решения. Балочные системы. Классификация нагрузок. Виды опор. Опорные реакции. Аналитическое определение опорных реакций балочных систем. Лабораторная работа № 1 Определение реакций опор балочных систем, сопоставление опытных результатов с расчетными значениями Лабораторная работа № 2 Определение коэффициента трения скольжения для трущихся пар из различных материалов, сопоставление опытных результатов с табличными значениями	равновесие плоской системы произвольно расположенных сил, описывает балочные системы, виды опор, объясняет методику определения опорных реакций балочных систем.
Сформировать понятие о пространственной системе сил, ее равновесии, моменте силы относительно оси, об уравнениях равновесия пространственной системы сходящихся и произвольно расположенных сил	Тема 1.5. Пространственная система сил Пространственная система сходящихся сил. Момент силы относительно оси. Главный вектор и главный момент. Системы параллельных сил.	Характеризует пространственную систему сил. Объясняет уравнения равновесия пространственной системы сходящихся и произвольно расположенных сил. Определяет момент силы относительно оси.
Сформировать знания о способах определения координат центра тяжести составных плоских фигур, геометрических характеристиках сечений. Научить определять положение центра тяжести составных плоских фигур опытным и аналитическим способами.	Тема 1.6. Центр тяжести Центр тяжести плоской фигуры. Центр системы параллельных сил, статический момент площади фигуры. Координаты центра тяжести составных плоских фигур. Геометрические характеристики сечений: статический момент инерции, нахождение центра тяжести сечения, центральные оси инерции, моменты инерции для круглого и прямоугольного сечений. Лабораторная работа Определение центра тяжести плоских фигур методом подвешивания, сравнение результатов с теоретическими расчетными значениями	Описывает способы определения координат центра тяжести составных плоских фигур, геометрические характеристики сечений Определяет положение центра тяжести составных плоских фигур опытным и аналитическим способами, сравнивает и анализирует полученные результаты.
Сформировать знания об основных элементах кинематики, о способах задания движения точки, видах движения точки в зависимости от ускорения.	Кинематика 1.7. Кинематика точки Способы задания движения точки. Скорость точки. Ускорение точки. Частные случаи движения точки.	Формулирует определения основных элементов кинематики, описывает способы задания движения точки, виды движения точки в зависимости от ускорения
Сформировать знания о видах и основных кинематических характеристиках движения твердого тела, построении планов	Тема 1.8. Простейшие движения твердого тела Поступательное движение твердого тела: свойства, характеристики. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси. Характеристики движения: угловое	Описывает виды и основные кинематические характеристики движения твердого тела, объясняет

скоростей и ускорений на примере кинематических схем кривошипно-ползунного механизма.	перемещение, угловая скорость и угловое ускорение, частные случаи вращательного движения тела. Линейные скорости и ускорения вращающегося тела, их выражение через угловые характеристики. Способы передачи вращательного движения.	построение планов скоростей и ускорений на примере кинематических схем кривошипно-ползунного механизма
	Тема 1.9. Сложное движение точки Переносное, относительное и абсолютное движение точки; сложение перемещений. Теорема сложения скоростей. Определение абсолютной скорости точки (общий и частные случаи).	
	Тема 1.10. Сложное движение твердого тела Плоскопараллельное движение тела. Разложение плоскопараллельного движения тела на простейшие движения. Мгновенный центр скоростей.	
Сформировать знания об основных задачах и законах динамики, сущности метода кинетостатики.	Динамика Тема 1.11. Движение материальной точки. Метод кинетостатики Основные понятия и аксиомы динамики. Движение материальной точки. Метод кинетостатики.	Формулирует основные задачи и законы динамики, раскрывает сущность метода кинетостатики.
Сформировать знания о сущности и единицах измерения работы и мощности, физическом смысле коэффициента полезного действия. Дать представление о законе сохранения кинетической энергии, об основном уравнении динамики для вращательного движения, о силовом анализе механизмов методом рычага Жуковского.	Тема 1.12. Работа и мощность Работа постоянной силы при прямолинейном движении. Единицы измерения работы. Работа равнодействующей силы. Работа переменной силы. Работа силы тяжести. Работа при вращательном движении. Мощность. Единицы измерения мощности. Мощность при поступательном и вращательном движении. Коэффициент полезного действия. Силовой анализ механизмов методом рычага Жуковского и нахождение момента и мощности на ведущем звене (момента и мощности приводного двигателя) от заданной силы или момента сопротивления на ведомом звене.	Раскрывает сущность и описывает единицы измерения работы и мощности, объясняет физический смысл коэффициента полезного действия. Различает закон сохранения кинетической энергии, основное уравнение динамики для вращательного движения, высказывает общее суждение о силовом анализе механизмов методом рычага Жуковского.
Сформировать знания об основных понятиях, аксиомах и задачах динамики	Тема 1.13. Общие теоремы динамики Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки. Количество движения. Теорема об изменении количества движения. Механическая система. Теорема об изменении кинетической энергии системы. Моменты инерции твердых материальных тел. Кинетическая энергия твердого тела.	Раскрывает сущность основных понятий динамики. Излагает аксиомы динамики. Формулирует прямую и обратную задачи динамики.
Сформировать представление о задачах механики материалов. Сформировать знания о деформируемом теле, сущности упругости и	Раздел 2. Механика материалов Тема 2.1. Основные положения Задачи механики материалов. Деформируемое тело. Упругость и пластичность. Основные гипотезы и допущения. Метод сечений. Внутренние силовые факторы. Виды	Называет задачи механики материалов. Описывает деформируемое тело, раскрывает сущность упругости и

пластичности, нагрузках внешних и внутренних, об основных гипотезах и допущениях, о методе сечений, внутренних силовых факторах, видах нагружений, напряжениях.	нагружений. Напряжение полное, нормальное и касательное.	пластичности, излагает основные гипотезы и допущения, объясняет метод сечений, описывает внутренние силовые факторы, виды нагружений, напряжения
Сформировать понятие о продольных силах и их эпюрах, напряжениях в поперечных сечениях бруса, продольных и поперечных деформациях, законе Гука, модуле продольной упругости, статических испытаниях материалов на растяжение и сжатие, механических характеристиках прочности; предельном напряжении, коэффициенте запаса прочности, об условии прочности, методике расчета на прочность.	Тема 2.2. Растяжение и сжатие Продольные силы, нормальные напряжения и их эпюры. Гипотеза плоских сечений. Напряжения в поперечных сечениях бруса. Расчетное напряжение. Продольные и поперечные деформации. Закон Гука и модуль продольной упругости. Коэффициент Пуассона. Механические испытания материалов. Испытания на растяжение, диаграммы растяжения пластичных материалов и их механические характеристики. Испытания на сжатие. Методы расчета конструкций. Коэффициент запаса прочности. Допускаемое напряжение. Условие прочности. Расчеты на прочность. Лабораторная работа № 4 Определение модуля продольной упругости и коэффициента Пуассона (при испытании на растяжение), сопоставление опытных результатов с табличными Практическая работа № 1 Расчет на прочность при растяжении брусев	Определяет продольные силы и объясняет их эпюры, описывает напряжения в поперечных сечениях бруса, продольные и поперечные деформации, излагает закон Гука, описывает модуль продольной упругости, статические испытания материалов на растяжение и сжатие, механические характеристики прочности, предельное напряжение, коэффициент запаса прочности, объясняет условие прочности, методику расчета на прочность.
Сформировать знания о сущности среза и смятия, об условии прочности на срез и смятие, о расчетных формулах	Тема 2.3. Практические расчеты на срез и смятие Сущность среза и смятия. Условие прочности на срез и смятие. Допускаемые напряжения. Расчетные формулы. Практическая работа № 2 Расчет на прочность при срезе и смятии соединений заклепками, болтами, штифтами и шпонками	Раскрывает сущность среза и смятия, условие прочности на срез и смятие, объясняет расчетные формулы.
Сформировать понятие о законе Гука при сдвиге, модуле сдвига, крутящих моментах и их эпюрах, кручении прямого бруса круглого сечения, напряжениях в поперечном сечении, расчетном напряжении, полярном моменте сопротивления круга, методах расчета на прочность при кручении валов круглого и	Тема 2.4. Кручение, срез с кручением Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Модуль сдвига. Крутящие моменты, их эпюры. Кручение прямого бруса круглого сечения. Напряжения в поперечном сечении. Расчетное напряжение. Полярный момент сопротивления круга. Методы расчета на прочность при кручении (проверочный и проектный) валов круглого и кольцевого сечения. Сравнение прочности при кручении валов круглого и кольцевого сечения. Расчет на жесткость. Лабораторная работа № 5 Экспериментальная проверка формулы для определения осадки пружины,	Излагает закон Гука при сдвиге, описывает модуль сдвига, крутящие моменты и их эпюры, кручение прямого бруса круглого сечения, напряжения в поперечном сечении, расчетное напряжение, полярный момент сопротивления круга, объясняет методы расчета на прочность при кручении валов

кольцевого сечений, методике расчета на жесткость.	сопоставление опытных результатов с расчетными	круглого и кольцевого сечений, методику расчета на жесткость
Сформировать знания о классификации видов изгиба, правилах построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов, расчетах на прочность и жесткость при изгибе, рациональных формах поперечных сечений балок.	Тема 2.5. Изгиб Классификация видов изгиба. Внешние и внутренние силовые факторы при прямом изгибе. Правило знаков для поперечной силы и изгибающего момента. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Нормальные и касательные напряжения при изгибе. Рациональные формы поперечных сечений балок из пластичных и хрупких материалов. Расчеты на прочность при изгибе Лабораторная работа № 6 Определение линейных и угловых перемещений поперечных сечений статически определимых балок и сравнение результатов испытания с теоретическими расчетными значениями	Излагает классификацию видов изгиба, объясняет правила построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов, расчеты на прочность и жесткость при изгибе, описывает рациональные формы поперечных сечений балок
Сформировать знания о растяжении и сжатии, продольных силах и нормальных напряжениях, правилах построения эпюр продольных сил и нормальных напряжений, продольных и поперечных деформациях, законе Гука, видах диаграмм растяжения, механических характеристиках и характеристиках пластических свойств. Сформировать понятие о допустимом напряжении, коэффициенте запаса прочности и методике расчета на прочность. Сформировать знания о предельных состояниях и методике расчета на прочность по предельным состояниям.	Тема 2.6. Растяжение (сжатие) и изгиб бруса большой жесткости Продольная сила. Гипотеза плоских сечений (гипотеза Бернулли). Нормальное напряжение в поперечных сечениях бруса. Построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений. Продольные и поперечные деформации. Закон Гука. Модуль продольной упругости. Определение перемещений поперечных сечений. Коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона). Испытания материалов на растяжение и сжатие при статическом нагружении. Диаграммы растяжения пластичных и хрупких материалов. Механические характеристики пластичных и хрупких материалов: пределы пропорциональности, текучести (физический и условный) и прочности. Характеристики пластических свойств: относительное остаточное удлинение при разрыве и относительное остаточное сужение. Допускаемое напряжение и коэффициент запаса прочности по пределу текучести и пределу прочности. Расчеты на прочность: проверочный, проектировочный, определение допускаемой нагрузки. Метод расчета по предельным состояниям. Предельные состояния и надежность строительных конструкций. Коэффициенты надежности по нагрузке, материалу, назначению и условиям работы. Три вида расчетов на прочность. Простейшие расчеты на прочность по предельным состояниям.	Описывает факторы происхождения растяжения или сжатия. Определяет продольные силы и нормальные напряжения и строит их эпюры. Описывает виды деформации, закон Гука, диаграмму растяжения. Раскрывает сущность допускаемых напряжений и коэффициента запаса прочности. Описывает методику расчета на прочность и формулирует условие прочности при растяжении (сжатии). Раскрывает сущность метода расчета на прочность по предельным состояниям
Дать понятие о совместном действии изгиба и кручения,	Тема 2.7. Изгиб с кручением, кручение с растяжением (сжатием) Совместное действие изгиба и кручения.	Описывает совместное действие изгиба и кручения, внутренние

внутренних силовых факторах, методике расчета бруса круглого поперечного сечения на изгиб с кручением.	Внецентренное сжатие (растяжение). Ядро сечения и его свойства. Косой изгиб. Изгиб с кручением. Расчет бруса круглого поперечного сечения на изгиб с кручением. Практическая работа № 3 Расчет вала на прочность при изгибе с кручением	силовые факторы, излагает методику расчета бруса круглого поперечного сечения на изгиб с кручением.
Дать понятие об устойчивой и неустойчивой формах равновесия, о критической силе, критическом напряжении, гибкости, пределах применимости формулы Эйлера и методике расчета на устойчивость, выборе рациональных форм поперечных сечений сжатых стержней	Тема 2.8. Устойчивость сжатых стержней Устойчивые и неустойчивые формы равновесия центрально-сжатых стержней. Явление продольного изгиба. Критическая сила, критическое напряжение, гибкость стержня. Пределы применимости формулы Эйлера. Предельная гибкость. Эмпирическая формула Ясинского. Расчеты на устойчивость центрально-сжатых стержней по коэффициентам продольного изгиба Рациональные формы поперечного сечения сжатых стержней. Практическое занятие № 4 Расчет сжатых стержней на устойчивость	Описывает устойчивые и неустойчивые формы равновесия центральносжатых стержней, явление продольного изгиба, критическую силу, критическое напряжение, гибкость. Раскрывает пределы применимости формулы Эйлера. Объясняет методику расчета на устойчивость сжатых стержней и выбор рациональных форм поперечных сечений сжатых стержней.
Дать понятие о звене, кинематической паре, кинематической цепи, механизме, классификации механизмов, машине и классификации машин, об основных критериях работоспособности машин и деталей машин и механизмов, основных требованиях, предъявляемых к машинам и деталям. Сформировать знания о видах неразъемных и разъемных соединений деталей и области их применения.	Раздел 3. Детали машин Тема 3.1. Основные положения Машины и механизмы. Общая классификация деталей машин. Требования, предъявляемые к деталям машин. Критерии работоспособности. Общие понятия о механизме разрушения. Усталостное разрушение деталей. Испытания на усталость. Характерные неисправности деталей машин.	Описывает звено, кинематическую пару, кинематическую цепь, формулирует определения механизма и машины, излагает классификацию механизмов, машин, основные критерии работоспособности машин и деталей машин и механизмов, основные требования, предъявляемые к машинам и деталям. Описывает виды неразъемных и разъемных соединений деталей, определяет область их применения
Сформировать знания о назначении и классификации механических передач, об основных кинематических и силовых соотношения в одно- и многоступенчатых передачах, устройстве, принципе работы, области применения и методиках кинематического и силового расчетов видов	Тема 3.2. Механические передачи Назначение механических передач, их классификация. Основные кинематические и силовые соотношения в одно- и многоступенчатых передачах.	Объясняет назначение и излагает классификацию механических передач, описывает основные кинематические и силовые соотношения в одно- и многоступенчатых передачах, объясняет устройство, принцип работы, область

механических передач, применении передач в редукторах и вариаторах.		применения и методики кинематического и силового расчетов видов механических передач, применение передач в редукторах и вариаторах.
Дать понятие о звене, кинематической паре, механизме, детали и сборочной единице, о классификации механизмов, критериях работ деталей машин. Сформировать знания о назначении, классификации механических передач. Дать понятие о методике выполнения кинематического и силового расчета привода.	Тема 3.2.1. Общие сведения о механических передачах и их классификация Звено, кинематическая пара, механизм, деталь, сборочная единица. Классификация механизмов. Требования, предъявляемые к машинам, деталям машин. Критерии работоспособности и расчета деталей машин. Общие сведения о передачах. Назначение механических передач и их классификация по принципу действия и по принципу передачи движения от ведущего звена к ведомому. Основные кинематические и силовые соотношения в передачах. Кинематический и силовой расчет привода. Практическая работа № 5 Составление кинематических схем механизмов и соединений, определение условных обозначений на кинематических схемах Практическая работа № 6 Расчет механизмов передач вращательного движения	Раскрывает сущность терминов «звено», «кинематическая пара», «механизм», «деталь» и «сборочная единица». Излагает классификацию механизмов, критерии работоспособности деталей машин. Объясняет назначение механических передач и излагает их классификацию. Объясняет методику выполнения кинематического и силового расчета привода.
Дать понятие об устройстве, принципе работы и классификации передач, области их применения. Сформировать понятие о материалах изготовления и видах разрушения рабочих поверхностей катков	Тема 3.2.2. Фрикционные передачи Устройство, принцип работы, классификация фрикционных передач, преимущества и недостатки, область применения. Цилиндрическая передача гладкими катками и условие работоспособности. Передаточное число. Материалы катков. Виды разрушения рабочих поверхностей катков. Фрикционные вариаторы.	Описывает устройство, принцип работы, классификацию. Объясняет применение фрикционных передач. Описывает материалы изготовления и виды разрушения рабочих поверхностей катков.
Дать понятие о зубчатых передачах, об их устройстве, принципе действия, области применения, классификации, о теории зацепления эвольвентных колес. Сформировать понятие об изготовлении зубчатых колес и видах разрушения зубьев. Научить рассчитывать основные геометрические параметры прямозубых и косозубых цилиндрических передач.	Тема 3.2.3. Зубчатые передачи Общие сведения о зубчатых передачах: принцип работы, преимущества и недостатки, область применения. Классификация зубчатых передач. Основы теории зубчатого эвольвентного зацепления, закон зацепления. Зацепление двух эвольвентных колес: основные геометрические характеристики эвольвентного зацепления. Расчет основных геометрических параметров прямозубых и косозубых цилиндрических передач. Краткие сведения о методах изготовления зубчатых колес. Виды разрушений зубьев. Материалы зубчатых колес. Краткие сведения о расчете на контактную прочность.	Излагает общие сведения о зубчатых передачах, основы теории зубчатого зацепления. Описывает методы нарезания зубьев, перечисляет виды разрушения зубьев. Объясняет расчет основных геометрических параметров прямозубых и косозубых цилиндрических передач.
Сформировать понятие об	Тема 3.2.4. Передача винт-гайка	Излагает общие

устройстве, принципе работы, преимуществах и недостатках, классификации, области применения передачи винт-гайка.	Общие сведения. Передача винт-гайка скольжения. Расчет несущей способности. Передача винт-гайка качения.	сведения о передаче винт-гайка. Объясняет расчет несущей способности.
Сформировать понятие об устройстве, принципе работы, преимуществах и недостатках, классификации, области применения червячных передач. Дать понятие о видах разрушения зубьев червячных колес, материалах звеньев, тепловом расчете передачи.	Тема 3.2.5. Червячные передачи Червячные передачи: устройство, принцип работы, преимущества и недостатки, область применения. Классификация червячных передач. Передаточное число, КПД. Виды разрушения зубьев червячных колес. Материалы звеньев. Тепловой расчет червячной передачи и способы охлаждения червячных передач.	Описывает устройство, принцип работы червячных передач, раскрывает их преимущества и недостатки, излагает классификацию и объясняет область применения. Характеризует виды разрушения зубьев. Описывает материалы звеньев. Объясняет тепловой расчет передачи.
Сформировать понятие об устройстве, принципе работы, преимуществах и недостатках, классификации, области применения, конструкции деталей цепных передач. Научить применять знания для сравнительной характеристики передач втулочными, роликовыми и зубчатыми цепями	Тема 3.2.6. Цепные передачи Цепные передачи: устройство, принцип работы, преимущества и недостатки, область применения. Конструкции деталей цепных передач: приводные цепи, звездочки, натяжные устройства. Сравнительная характеристика передач втулочными, роликовыми и зубчатыми цепями. Передаточное число. Критерии работоспособности. Силовые параметры. Расчет стандартных цепей. Условия эксплуатации приводных цепей.	Описывает устройство, принцип работы цепных передач, раскрывает их преимущества и недостатки, излагает классификацию и объясняет область применения. Описывает конструкцию деталей цепных передач. Излагает сравнительную характеристику передач втулочными, роликовыми и зубчатыми цепями.
Сформировать понятие об устройстве, принципе работы, преимуществах и недостатках, классификации, области применения ременных передач. Научить применять знания для сравнения передач с плоским, клиновыми, поликлиновыми и зубчатыми ремнями.	Тема 3.2.7. Ременные передачи Ременные передачи: устройство, принцип работы, преимущества и недостатки, область применения. Классификация ременных передач плоскими, клиновыми, поликлиновыми и зубчатыми ремнями. Материалы для их изготовления. Передаточное число.	Описывает устройство, принцип работы ременных передач, раскрывает их преимущества и недостатки, излагает классификацию и объясняет область применения. Сравнивает передачи с плоским, клиновыми, поликлиновыми и зубчатыми ремнями
	Тема 3.3. Несущие, поддерживающие и корпусные детали	
Сформировать знания о назначении, классификации,	Тема 3.3.1. Оси и валы Валы и оси: назначение, классификация, конструктивные элементы, область	Объясняет назначение валов и осей, излагает их классификацию,

конструктивных элементах и области применения валов и осей, материалах для их изготовления.	применения. Материалы для изготовления валов и осей	описывает конструктивные элементы, область применения валов и осей, материалы для их изготовления
Сформировать знания об устройстве, классификации, достоинствах и недостатках подшипников скольжения и качения, о материалах для изготовления подшипников.	Тема 3.3.2. Опоры осей и валов (подшипники) Подшипники скольжения и качения: устройство, классификация, достоинства и недостатки. Материалы для изготовления подшипников.	Объясняет устройство подшипников скольжения и качения, излагает их классификацию и определяет достоинства и недостатки, описывает материалы для изготовления подшипников
Сформировать знания об устройстве, классификации, достоинствах и недостатках подшипников скольжения.	Тема 3.3.2.1. Подшипники скольжения Общие сведения. Расчет подшипников скольжения	Объясняет устройство подшипников скольжения
Сформировать знания об устройстве, классификации, достоинствах и недостатках подшипников качения.	Тема 3.3.2.2. Подшипники качения Общие сведения. Классификация. Материалы. Условное обозначение. Характеристика основных типов подшипников. Расчет подшипников по статической и динамической грузоподъемности. Смазывание подшипников Практическая работа № 7 Подбор и расчет подшипников качения по динамической грузоподъемности	Объясняет устройство подшипников качения
	Тема 3.3.2.3. Корпусные детали, направляющие, устройства для смазывания и уплотнения	
Дать понятие о видах неразъемных и разъемных соединениях, об их особенностях и области применения, о классификации соединений	Тема 3.4. Соединения деталей машин. Назначение и общая классификация Неразъемные соединения: сварные, заклепочные, запрессованные, паяные, клеевые. Сварные соединения: классификация по расположению свариваемых элементов и типам сварных швов, особенности и область применения. Заклепочные соединения: классификация, конструкции, особенности и область применения. Соединения запрессовкой: преимущества и недостатки, область применения. Паяные соединения: материалы деталей и припои. Клеевые соединения: виды соединений, процесс склеивания. Разъемные соединения: резьбовые, штифтовые, шпоночные, шлицевые. Резьбовые соединения: классификация, основные типы крепежных деталей. Штифтовые соединения: конструкции и виды штифтов. Классификация шпоночных и шлицевых соединений, их характеристика	Описывает виды неразъемных (сварные, заклепочные, запрессованные, паяные, клеевые) и разъемных (резьбовые, штифтовые, шпоночные, шлицевые) соединений, их особенности, область применения. Излагает классификацию соединений
Дать понятие о видах	Тема 3.4.1. Сварные, заклепочные, клеевые	Описывает виды

неразъемных соединений, об их особенностях и области применения, о классификации соединений	соединения Сварные соединения: классификация по расположению свариваемых элементов и типам сварных швов, особенности и область применения. Заклепочные соединения: классификация, конструкции, особенности и область применения. Соединения запрессовкой: преимущества и недостатки, область применения. Паяные соединения: материалы деталей и припои. Клеевые соединения: виды соединений, процесс склеивания.	неразъемных (сварные, заклепочные, запрессованные, паяные, клеевые) соединений, их особенности, область применения. Излагает классификацию соединений
Дать понятие о видах разъемных соединений, об их особенностях и области применения, о классификации соединений	Тема 3.4.2. Штифтовые, шпоночные, шлицевые и профильные соединения Штифтовые соединения: конструкции и виды штифтов. Классификация шпоночных и шлицевых соединений, их характеристика	Описывает виды разъемных соединений, их особенности, область применения. Излагает классификацию соединений
Дать понятие о резьбовых соединениях, об их особенностях и области применения.	Тема 3.4.3. Резьбовые соединения Резьбовые соединения: классификация, основные типы крепежных деталей.	Описывает виды соединений, их особенности, область применения
Дать понятие о соединениях с натягом	Тема 3.4.4. Соединения с натягом Общие сведения. Цилиндрическое соединение. Коническое соединение.	Описывает цилиндрическое и коническое соединение
Сформировать понятие о назначении и классификации муфт, об устройстве жестких, компенсирующих, упругих и фрикционных муфт	Тема 3.4.5. Муфты Назначение и классификация муфт. Устройство жестких, компенсирующих, упругих и фрикционных муфт	Объясняет назначение муфт, излагает их классификацию, описывает устройство жестких компенсирующих, упругих и фрикционных муфт
Сформировать понятие о зубчатых цилиндрических, зубчатых конических, червячных редукторах, мотор-редукторах.	Тема 3.5. Редукторы и мотор-редукторы Общие сведения. Зубчатые цилиндрические редукторы. Зубчатые конические редукторы. Червячные редукторы. Мотор-редукторы. Практическая работа № 8 Определение параметров цилиндрического зубчатого колеса и корпуса редуктора Практическая работа № 9 Определение параметров червячного колеса и корпуса редуктора	Объясняет назначение редукторов.
Сформировать понятие об основах проектирования и конструирования деталей машин.	Тема 3.6. Основы проектирования и конструирования деталей машин Современные методы оптимального проектирования на основе САПР	Объясняет современные методы оптимального проектирования на основе САПР

Список источников для изучения учебного предмета

Основная

- Аркуша, А.И. Техническая механика. Теоретическая механика. Сопротивление материалов / А.И.Аркуша. - М.: Высш. шк., 2002. – 352 с.
- Гурьяев, Л.А. Сборник задач по сопротивлению материалов / Л.А. Гурьева. - Мн.: Амалфея, 2002. – 352 с.
- Завистовский, В.Э. Техническая механика / В.Э.Завистовский. – Минск.: РИПО, 2022. – 561 с.
- Куклин, Н.Г. Детали машин / Н.Г.Куклин и др. – изд.8-е, стереотип. – М.: Высш.шк., 2008. – 406 с.
- Скобейда, А.Т. Детали машин и основы конструирования / А.Т.Скобейда и др. – Мн.: Выш.шк., 2006. – 560 с.
- Соколовская, В.П. Механика. Практикум по решению задач: учеб.пособие / В.П.Соколовская. – Мн.: Новое знание, 2006. – 316 с.
- Соколовская, В.П. Техническая механика. Сборник заданий / В.П.Соколовская. – Мн.: Дизайн ПРО, 2000. – 192 с.
- Шейнблит, А.Е. Курсовое проектирование деталей машин: учеб.пособие / А.Е.Шейнблит. – Калининград: Янтар.сказ, 2006. – 456 с

Дополнительная

- Агейчик, В.А. Основы конструирования деталей машин / В.А.Агейчик, Н.С.Примаков, Л.С.Жаркова, А.И.Оскирко, П.В.Клавсутъ, Н.Н.Романюк. – Мн.: БГАТУ, 2009. – 268 с.
- Врублевская, В.И. Детали машин и основы конструирования / В.И.Врублевская, В.Б.Врублевский. – Гомель.: БелГУТ, 2006. – 433 с.
- Дунаев, П.В. Детали машин. Курсовое проектирование: учеб.пособие / П.В.Дунаев, О.П.Леликов. М.: Машиностроение, 2003. – 339 с.
- Иванов, М.Н. Детали машин / М.Н.Иванов. – М.: Высш.шк., 2002. – 408 с.
- Николаенко, В.Л. Механика: учеб.пособие / В.Л.Николаенко: в 2-х частях. Часть 1. – 2-е изд., испр. – Мн.: БНТУ, 2007. – 267 с
- Николаенко, В.Л. Механика: учеб.пособие / В.Л.Николаенко: в 2-х частях. Часть 2. – 2-е изд., испр. – Мн.: БНТУ, 2007. – 447 с
- Подскребко, М.Д. Сопротивление материалов / М.Д.Подскребко. – Мн.: Выш.шк., 2007. – 797 с.
- Подскребко, М.Д. Сопротивление материалов: практикум по решению задач / М.Д.Подскребко. – Мн.: Выш.шк., 2007. – 797

Перечень заданий для домашней контрольной работы

Задачи 1-10. Дать ответы на вопросы.

Задачи 11-20. Определить реакции опор двухопорной балки (рисунок 2) Данные своего варианта взять из таблицы 2.

Задачи 21-30. Двухступенчатый стальной брус, длины ступеней которого указаны на рисунке 3 (схемы 1 – 10), нагружен силами F_1, F_2, F_3 . Построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений по длине бруса. Определить перемещение Δl свободного конца бруса, приняв $E = 2 \cdot 10^5$ МПа. Числовые значения F_1, F_2, F_3 , а также площади поперечных сечений ступеней A_1 и A_2 , для своего варианта взять из таблицы 3.

Задачи 31-40. Найти площадь (в м^2) и координаты центра тяжести плоской фигуры (в м). Отметки на осях даны в метрах на рисунке 4. Криволинейный участок контура является дугой половины или четверти окружности.

Задача 41-50.

Для стального вала постоянного поперечного сечения (рисунок 5, схемы 1 – 10):

- 1) определить значения моментов M_1, M_2, M_3, M_4 ;
- 2) построить эпюру крутящихся моментов;
- 3) определить диаметр вала из расчетов на прочность и жесткость, приняв в задачах 41, 43, 45, 47 и 49 поперечное сечение вала – круг, а в задачах 42, 44, 46, 48 и 50 – кольцо с соотношением внутреннего и внешнего диаметра

$$\frac{d_0}{d} = c = 0,7.$$

Считать $[\tau_k] = 30$ МПа; $[\varphi_0] = 0,02$ рад/м; $G = 8 \cdot 10^4$ ГМПа. Данные своего варианта взять из таблицы 4. Окончательно принимаемое значение диаметра вала должно быть округлено до ближайшего большего чётного или оканчивающегося на пять числа.

Вопросы к задаче 1-10

1. Опишите детали машин общего назначения и требования предъявляемые к деталям машин.
2. Объясните явление усталостного разрушения деталей, укажите основные причины его возникновения. Опишите виды разрушения деталей.
3. Опишите: а) пути повышения контактной прочности деталей машин; б) основные критерии работоспособности деталей машин; в) наиболее часто встречаемые механические повреждения деталей машин.
4. Дайте классификацию механических передач и в чем заключается назначение механических передач.
5. Опишите устройство и принцип работы фрикционной передачи.
6. Опишите основные виды разрушения и повреждения рабочих поверхностей катков и какие требования предъявляют к материалам катков.
7. Объясните принцип работы зубчатой передачи.
8. Опишите достоинства и недостатки зубчатых передач.

9. Опишите методы, используемые при изготовлении зубчатых колес и виды разрушения зубьев зубчатых колес.
10. Каков принцип работы и устройство: а) планетарных зубчатых передач; б) волновых зубчатых передач?
11. Опишите виды расчетов зубчатых передач.
12. Передача винт-гайка качения.
13. Передача винт-гайка скольжения.
14. Цепные передачи.
15. Опишите принцип работы ременной передачи, конструкции ременных ремней.
16. Опишите: а) основные геометрические параметры ременных передач; б) основные кинематические параметры ременных передач.
17. Валы и оси.
18. Опишите классификационные признаки подшипников качения и объясните условное обозначение подшипников качения.
19. Раскройте сущность статической и динамической грузоподъемности подшипников качения.
20. Раскройте методику расчета подшипников скольжения на износостойкость и теплостойкость.
21. Опишите типы и конструктивные элементы сварных соединений.
22. Опишите разновидности заклепочных соединений, область их применения, расчет заклепочного соединения на прочность.
23. Опишите: а) особенности расчета паяных соединений на прочность; б) технологические особенности процесса склеивания; в) особенности расчета на прочность клеевого соединения.
24. Штифтовые соединения. Конструкция штифтов, методика расчета штифтовых соединений на прочность.
25. Классификация шпоночных соединений, методика расчета шпоночных соединений на прочность.
26. Опишите критерии работоспособности шлицевых соединений.
27. Дайте классификацию резьбовых соединений и опишите материалы резьбовых деталей.
28. Раскройте методику расчета на прочность стержня болта: а) при постоянной осевой нагрузке; б) без внешней осевой нагрузки; в) при нагрузке поперечной силой, если болт поставлен с зазором; г) при нагрузке поперечной силой, если болт поставлен без зазора.
29. Соединения с натягом.
30. Муфты.
31. Редукторы

Таблица 2 (к задачам 11 – 20)

№ задачи; № схемы на рисунке 2	q Н/м	F Н	M Н м	№ задачи; № схемы на рисунке 2	q Н/м	F Н	M Н м
11; 1	5	40	20	12; 2	10	60	54
	10	20	20		2,5	20	85
	10	10	14		20	15	40
	2,5	50	30		5	25	100
	5	80	60		3,5	40	55
	10	25	25		6	35	60
	20	45	40		3	100	90
	4,5	30	10		1,5	80	20
	15	20	25		8	30	75
	12	60	35		10	50	30
13; 3	5	80	25	14; 4	4	10	20
	2,5	15	10		10	12	10
	4	30	20		12	16	15
	10	55	40		8	20	12
	12	10	15		2	5	3
	8	100	30		14	30	24
	4,5	65	45		6	25	20
	2	85	60		10	8	6
	6	90	18		16	4	12
	3,5	20	16		20	15	8
15; 5	5	50	35	16; 6	8	12	20
	4,5	35	30		3,5	10	45
	8	25	20		0,5	8	10
	4,5	10	8		10	15	50
	2,5	65	50		15	18	30
	10	8	25		4,5	20	15
	12	16	40		8	3	25
	15	30	28		12	5	18
	5,5	12	15		8,5	12	30
	6	55	45		6	4	45
17; 7	2	50	35	18; 8	4	18	15
	4	10	5		6,5	24	20
	6	12	8		10	16	12
	8	15	50		2,5	20	25
	12	80	15		12	40	50
	10	35	25		3	35	65
	20	40	30		8	10	25
	14	25	20		1,5	12	90
	16	14	65		10	60	35
	30	65	75		5	15	10
19; 9	4	15	12	20; 10	4	50	10
	1,5	40	15		6	65	8
	10	20	18		2	80	100
	10	16	25		18	10	15
	5	18	14		20	55	150
	8	10	35		10	30	45
	6	25	20		16	10	25
	12	40	30		8	2	40
	3	35	15		14	6	10
	7	12	10		30	50	60

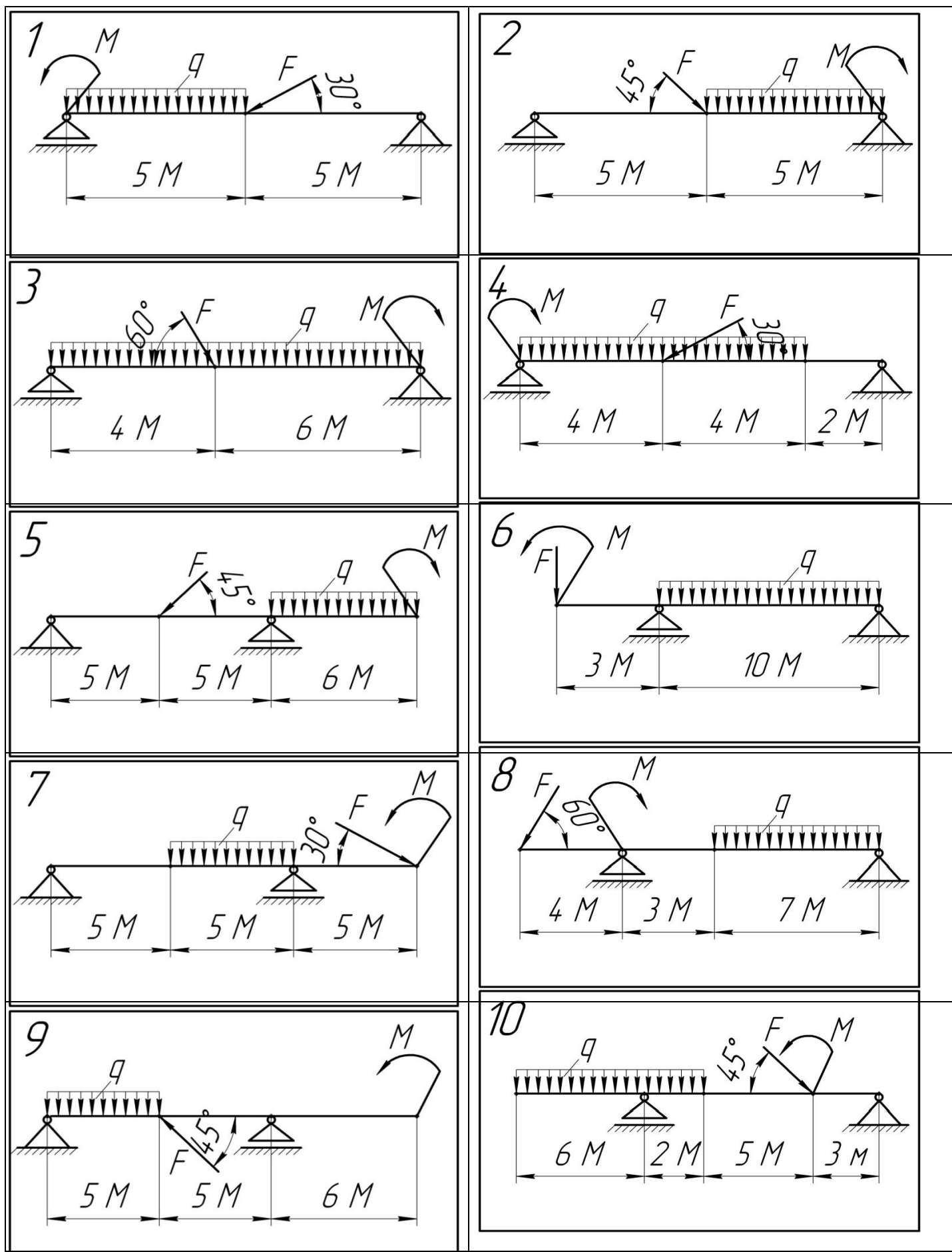


Рисунок 2 (к задачам 11 – 20)

Таблица 3 (к задачам 21 – 30)

№ задачи № схемы на рисунке 1	F_1	F_2	F_3	A_1	A_2	№ задачи № схемы на рисунке 1	F_1	F_2	F_3	A_1	A_2
21; 1	20	28	14	1,8	1,2	22; 2	30	10	5	1,8	2,6
	20	17	10	1,9	1,3		19	14	4	2,1	2,4
	20	18	12	2,5	2,2		18	10	15	1,2	1,8
	20	22	24	2,1	1,9		19	15	7	1,0	1,6
	30	23	14	2,6	2,4		20	15	6	1,7	1,9
	20	29	33	3,5	1,9		25	11	10	1,8	2,0
	15	6	1	0,9	0,6		12	5	15	0,9	1,4
	28	1,5	51	1,8	1,3		25	19	8	2,0	2,2
	17	26	30	3	1,5		24	40	17	1,8	2,1
	16	12	5	1,6	0,9		94	31	15	2,4	2,7
23; 3	26	9	10	1,6	1,9	24; 4	16	25	28	1,8	1,2
	17	19	20	1,4	1,6		31	46	20	2,5	1,9
	14	10	6	1,1	1,3		26	20	10	2,6	2,2
	18	1,3	37	1,3	1,5		28	53	22	3,2	2,6
	27	43	21	2,0	2,6		8	10	12	0,6	0,4
	24	11	6	1,3	2,3		17	6	13	1,7	1,1
	10	15	18	0,9	1,5		18	12	5	1,7	1,1
	45	59	19	2,8	3,5		12	16	19	1,7	1,0
	36	20	12	2,5	3,4		21	15	4	2,1	1,9
	8	16	15	0,5	0,7		32	45	18	1,8	1,2
25; 5	14	16	10	2,1	1,9	26; 6	28	22	12	2,6	2,8
	16	15	10	1,8	1,1		19	1,1	34	0,9	1,3
	25	41	18	2,1	1,6		9	11	12	0,8	1,0
	11	6	12	1,2	0,8		14	16	11	0,9	1,8
	19	7	13	1,5	1,2		30	3	58	1,6	2,8
	42	57	25	3,5	3,0		21	1	37	1,1	1,4
	10	12	15	1,0	0,8		29	21	10	1,8	2,3
	18	14	6	1,5	1,2		14	4	12	0,9	1,5
	23	19	10	1,8	1,3		29	12	10	1,9	2,2
	32	16	9	2,5	1,8		35	5	57	1,7	2,3
27; 7	17	13	6	1,5	1,1	28; 8	10	12	13	0,7	0,9
	15	5	13	1,2	1,0		8	13	14, 5	0,6	1,2
	24	10	8	2,0	1,7		30	4	56	1,5	2,0
	9	14	16	1,4	0,8		16	7	6	0,9	1,1
	18	27	31	3,1	1,6		27	14	8	1,7	2,8
	21	18	9	1,8	1,3		19	21	24	1,6	1,8
	15	11	7	1,4	0,8		15	18	12	1,8	2,0
	15	18	20	1,2	1,0		10	14	11	0,7	0,9
	23	21	15	2,1	1,8		20	0,5	42	1,3	1,5
	32	16	9	2,5	1,8		10	3,5	16	0,6	1,2
29; 9	40	55	24	2,8	3,4	30; 10	29	2	54	1,9	1,4
	17	19	13	2,1	2,4		16	6	2	1,0	0,7
	17	13	8	1,0	2,1		15	24	29	2,9	1,3
	13	17	9	1,7	2,0		12	8	4	1,2	0,8
	18	20	14	1,9	2,3		27	10	9	2,1	1,8
	22	19	13	2,1	2,4		18	15	5	2,0	1,7
	22	39	16	1,4	2,0		32	6	60	2,2	1,8
	26	13	7	1,6	2,3		18	11	2	0,8	0,5
	21	9	10	1,1	1,6		22	24	27	2,1	1,9
	12	15	9	1,7	1,9		31	14	12	2,4	2,0

Рисунок 3 (к задачам 21 – 30)

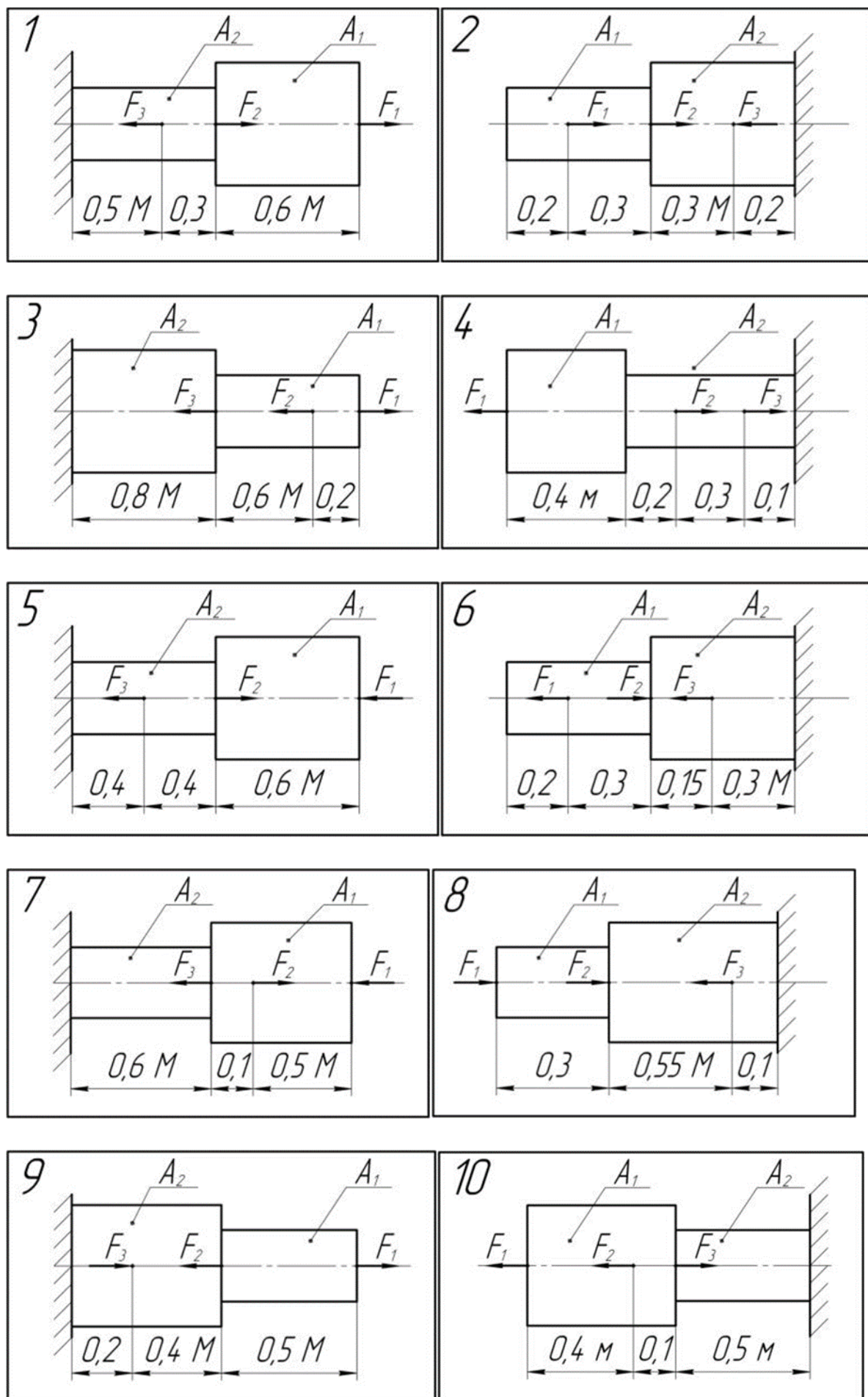


Рисунок 4 (к задачам 31 – 40)

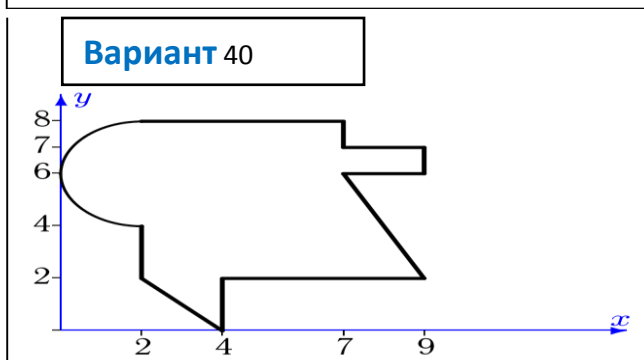
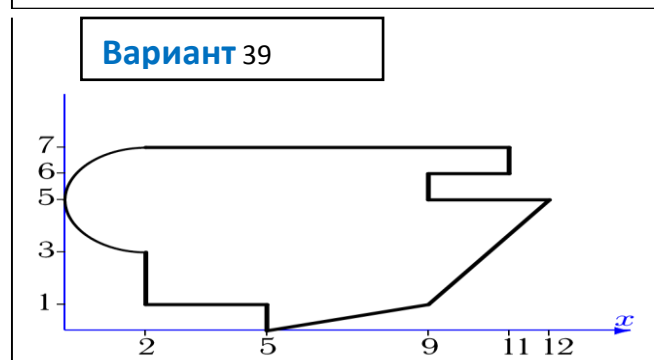
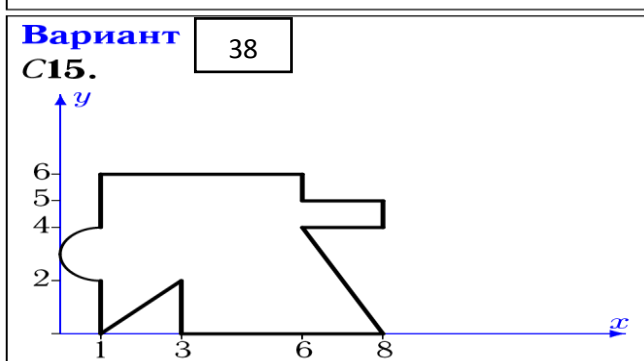
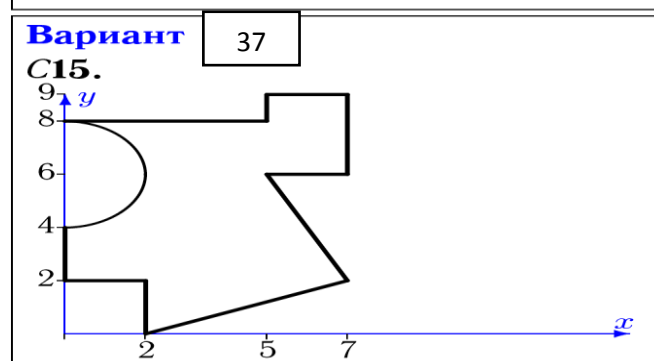
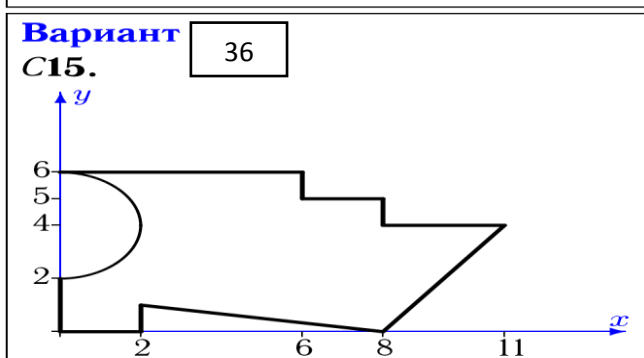
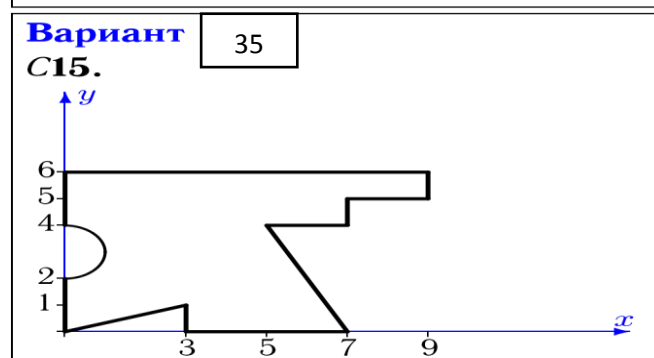
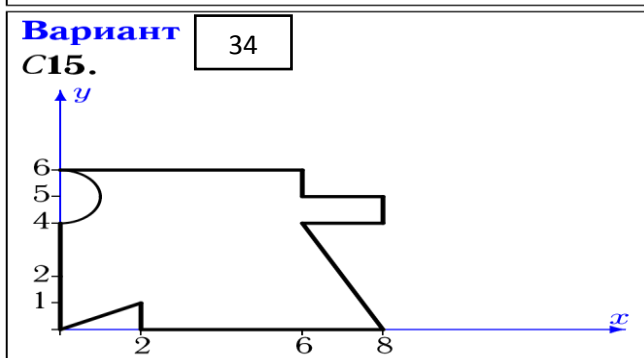
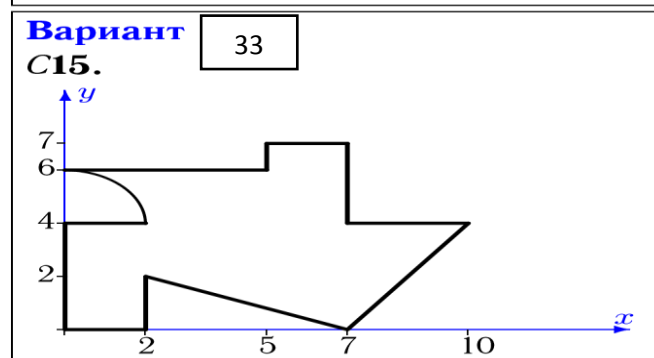
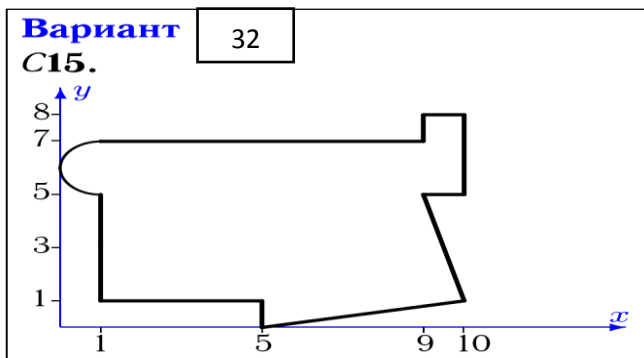
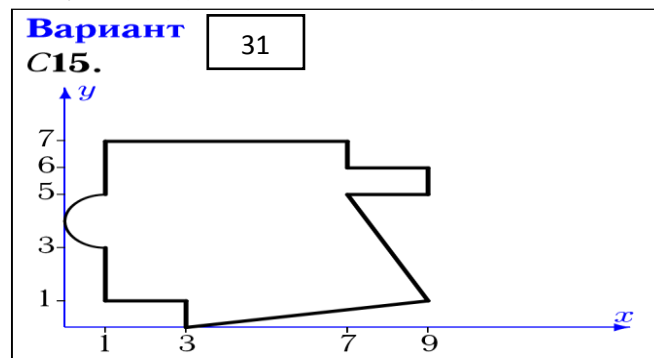


Рисунок 5 (к задачам 41 – 50)

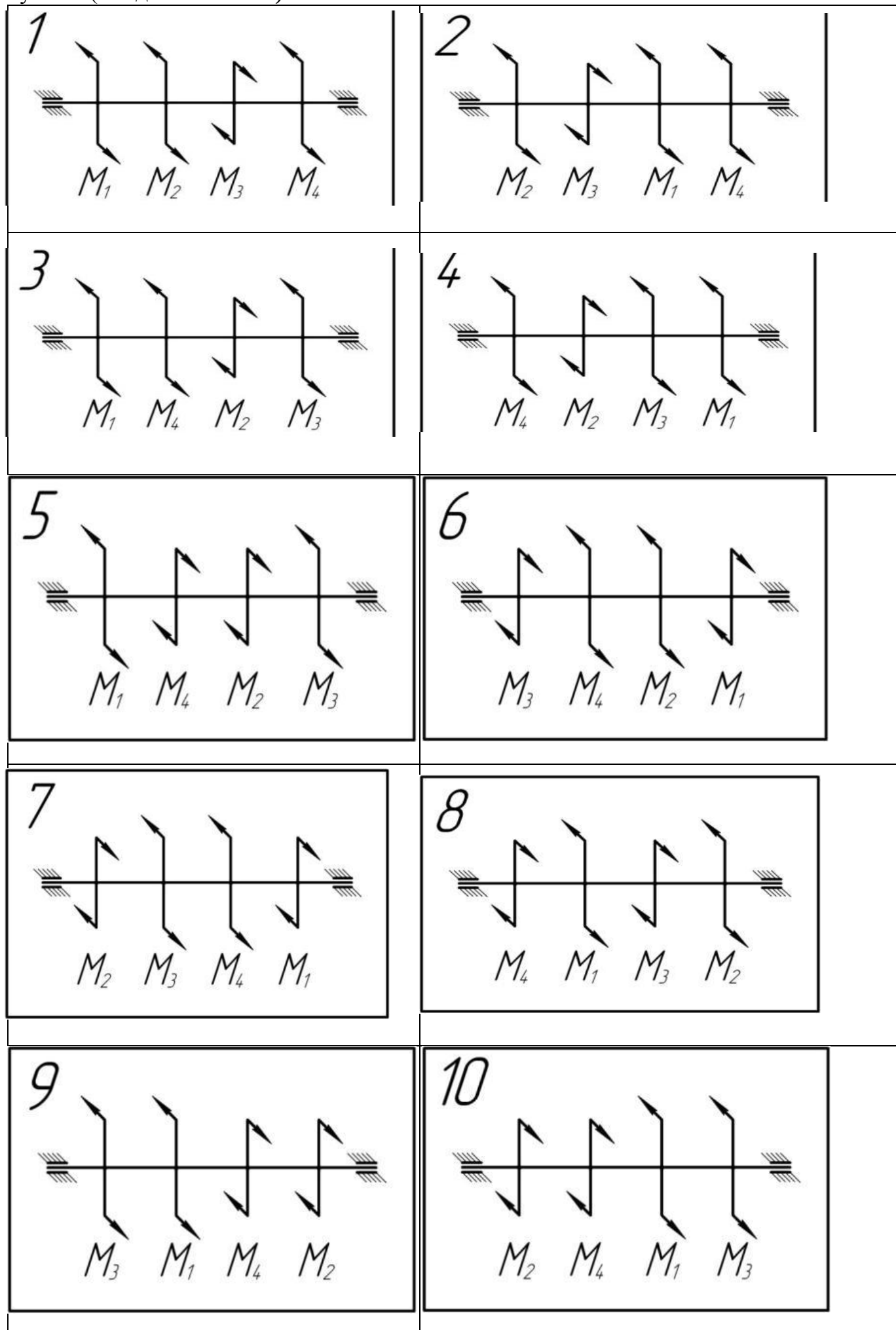


Таблица 4 – Данные к задачам 41 – 50

№ задачи № схемы на рисунке 5	P_1	P_2	P_3	ω рад/ с	№ задачи № схемы на рисунке 2	P_1	P_2	P_3	ω рад/ с
	кВт					кВт			
41; 1	35	20	15	20	42; 2	130	90	40	45
	150	100	50	45		100	65	25	35
	40	25	20	25		90	45	20	20
	110	60	30	35		120	30	30	20
	40	15	25	30		80	55	35	25
	75	40	15	20		110	50	40	20
	90	60	25	30		85	45	40	30
	65	35	20	25		72	54	36	18
	140	110	60	45		75	60	45	15
	120	80	40	35		120	40	20	20
43; 3	15	10	35	16	44; 4	60	40	20	20
	75	80	25	40		150	100	75	55
	55	65	25	20		95	70	45	35
	45	50	35	23		110	85	50	30
	80	65	45	30		130	90	55	40
	50	40	30	28		70	45	30	18
	70	60	40	25		85	50	25	20
	55	40	18	32		100	65	30	25
	65	55	35	35		90	70	35	25
	40	30	30	16		140	110	50	35
45; 5	100	18	50	20	46; 6	60	150	80	55
	50	15	25	18		45	100	60	30
	40	120	20	20		50	110	75	30
	100	80	65	25		20	85	35	20
	90	25	40	20		15	65	25	15
	30	100	25	30		35	90	45	20
	55	85	20	25		80	130	90	45
	25	80	40	18		32	50	110	40
	80	50	35	25		35	95	50	20
	95	45	20	18		45	20	60	30
47; 7	18	35	40	10	48; 8	20	50	30	10
	16	30	45	12		40	115	55	16
	20	35	100	25		65	140	80	35
	60	90	120	45		18	40	25	8
	35	50	80	40		70	150	95	40
	16	30	35	12		18	60	42	12
	80	100	150	50		20	65	38	10
	32	50	110	40		60	120	65	40
	24	38	55	18		30	100	45	15
	30	55	70	25		40	110	50	18
49; 9	52	100	60	32	50; 10	80	95	75	25
	30	80	45	15		75	120	90	30
	20	35	100	25		65	140	80	35
	50	120	65	20		35	75	40	20
	65	160	80	30		58	100	86	25
	75	150	95	30		50	130	95	30
	25	60	42	10		45	150	70	40
	42	75	50	15		32	50	42	14
	50	110	75	22		18	55	30	8
	24	50	38	9		16	35	20	7

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

В рекомендованных учебниках (1) достаточно примеров задач подобных тем, которые включены в контрольную работу. Поэтому ниже даны лишь необходимые краткие методические указания к решению задач контрольной работы.

При решении первой задачи (1 – 10) требуется определить реакции двух шарнирно соединенных между собой стержней, удерживающих два груза. Таким образом, к шарниру B в каждой задаче приложены четыре силы, из которых две неизвестны. Можно избрать три способа решения: аналитический, графический и гео- метрический. Для данного типа задач целесообразно использовать аналитический способ решения.

Последовательность решения задачи:

1. Выбрать тело (точку), равновесие которого следует рассматривать.
2. Освободить тело (шарнир B) от связей и изобразить действующие на него активные силы и реакции отброшенных связей. Причем реакции стержней следует направить от шарнира B , так как принято предполагать, что стержни растянуты.
3. Выбрать оси координат и составить уравнения равновесия системы сходящихся сил на плоскости $\sum X_i = 0$ и $\sum Y_i = 0$. Выбирая оси координат, следует учиты-

вать, что полученные уравнения будут решаться проще, если одну из осей направить перпендикулярно одной из неизвестных сил.

4. Определить реакции стержней из решения указанной системы уравнений. =

Проверить правильность полученных результатов, решив уравнение равновесия относительно заново выбранных координат x и y и F_2

Пример 1. Определить реакцию опор балки (рис. 7, а).

Определить реакции опор балки (рис.15, а).

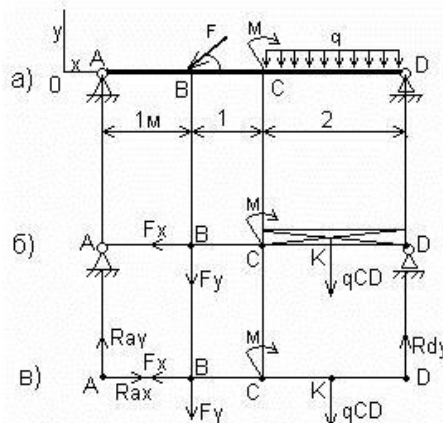


Рис.7

Указание. Во всех данных задачах требуется определить реакции опор балок. Учащимся необходимо приобрести навыки определения реакций опор, так как с этого начинается решение многих задач по сопротивлению материалов и деталям машин.

Последовательность решения задачи:

1. изобразить балку вместе с нагрузками;
2. выбрать расположение координатных осей, совместив ось x с балкой, а ось y направив перпендикулярно оси x ;
3. произвести необходимые преобразования заданных активных сил: силу, наклоненную к оси балки под углом α , заменить двумя взаимно перпендикулярными составляющими, а равномерно распределенную по закону прямоугольника нагрузку — ее равнодействующей, приложенной к середине участка распределения нагрузки;
4. освободить балку от опор, заменив их действие реакциями опор, направленными вдоль выбранных осей координат;
5. составить уравнения равновесия статики для произвольной плоской системы сил таким образом и в такой последовательности, чтобы решением каждого из этих уравнений было определение одной из неизвестных реакций опор;
6. проверить правильность найденных опорных реакций по уравнению, которое не было использовано для решения задачи.

Решение.

1. Изобразим балку с действующими на нее нагрузками (рис.7,а)
2. Изобразим оси координат x и y
3. Силу F заменяем ее составляющими $F_x = F \cos \alpha$ и $F_y = F \sin \alpha$.
Равнодействующая q_{CD} равномерно распределенной нагрузки, приложенная в точке пересечения диагоналей прямоугольника (рис.7,б), переносится по линии своего действия в середину участка CD , в точку K .
4. Освобождаем балку от опор, заменив их опорными реакциями (рис.7,в)
5. Составляем уравнения равновесия статики и определяем неизвестные реакции опор.

а) Из уравнения моментов всех действующих на балку сил, составленного относительно одной из точек опор, сразу определяем одну из неизвестных вертикальных реакций:

$$\sum M_A = F_y \cdot AB + M + q_{CD} \cdot AK - R_D \cdot AD = 0$$

$$R_{Dy} = \frac{F_y \cdot AB + M + q_{CD} \cdot AK}{AD} = \frac{10 \cdot 1 + 10 + 2 \cdot 3}{4} = 6,5 \text{ кН}$$

б) Определяем другую вертикальную реакцию:

$$\sum M_D = R_{Ay} \cdot AD - F_y \cdot BD + M - q_{CD} \cdot KD = 0$$

$$R_{Ay} = \frac{F_y \cdot BD - M + q_{CD} \cdot KD}{AD} = \frac{F \sin \alpha \cdot BD - M + q_{CD} \cdot KD}{AD} = \frac{20 \cdot 0,5 \cdot 3 - 10 + 2}{4} = 5,5 \text{ кН}$$

с) Определяем горизонтальную реакцию:

$$\sum X = R_{Ax} - F_x = 0; \quad R_{Ax} = F_x = F \cos \alpha = 20 \cdot 0,86 = 17,3 \text{ кН}$$

6. Проверяем правильность найденных результатов:

$$\sum Y = R_{Ay} - F_y - q_{CD} + R_{Dy} = 5,5 - 10 - 2 + 6,5 = 0$$

Условие равновесия $\sum Y_i = 0$ выполняется, следовательно, реакции опор найдены верно.

Пример 2. Для данного ступенчатого бруса (рисунок 15) построить эпюру продольных сил, эпюру нормальных напряжений и определить перемещение свободного конца, если $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

$$F_1 = 30 \text{ кН}; F_2 = 38 \text{ кН}; F_3 = 42 \text{ кН}; A_1 = 1,9 \text{ см}^2; A_2 = 3,1 \text{ см}^2.$$

Решение.

1. Отмечаем участки, как показано на рисунке 15, а.

2. Определяем значение продольной силы N на участках бруса:

$$N_1 = 0;$$

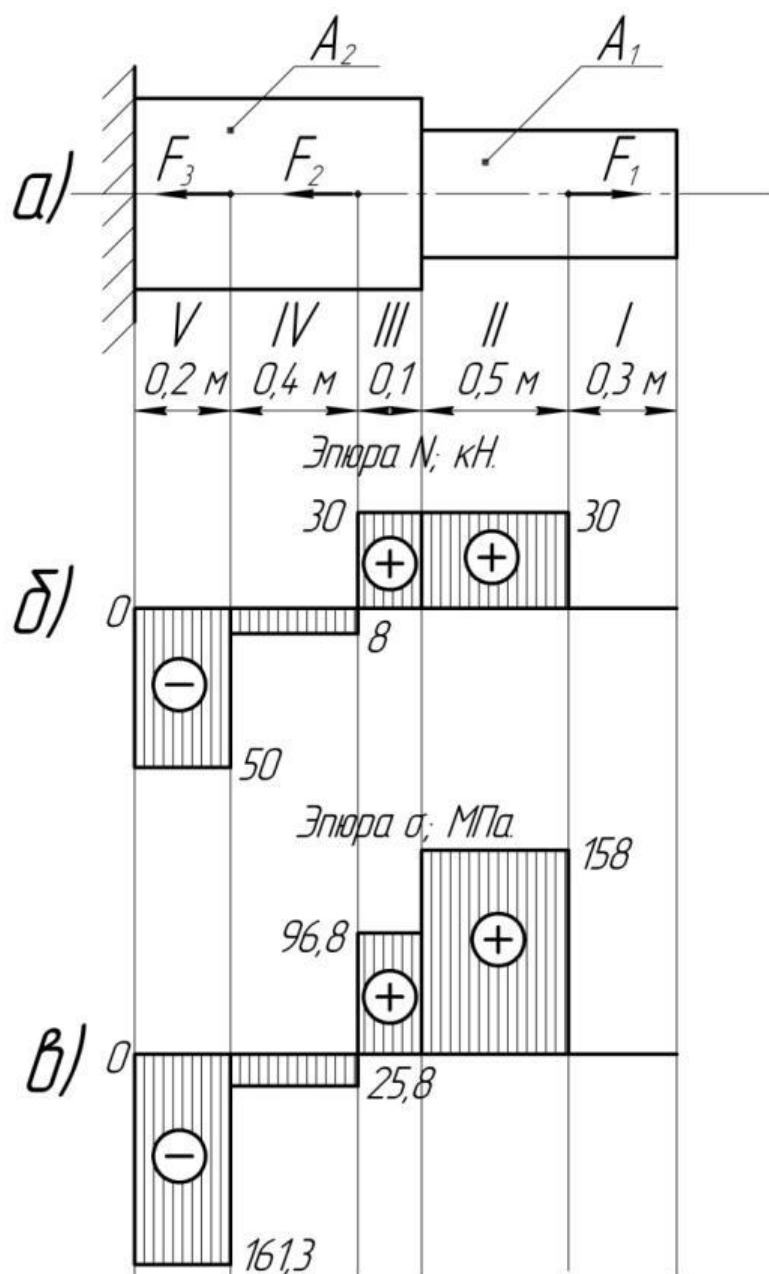
$$N_2 = F_1 = 30 \text{ кН};$$

$$N_3 = F_1 = 30 \text{ кН};$$

$$N_4 = F_1 - F_2 = 30 - 38 = -8 \text{ кН};$$

$$N_5 = F_1 - F_2 - F_3 = 30 - 38 - 42 = -50 \text{ кН}.$$

Строим эпюру продольных сил (рисунок 15, б)



3. Вычисляем значения нормальных напряжений:

$$\sigma_2 = \frac{N_1}{A_1} = 0;$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A_1} = \frac{30 \cdot 10^3}{1,9 \cdot 10^2} = 158 \text{ МПа};$$

$$\sigma_3 = \frac{N_3}{A_2} = \frac{30 \cdot 10^3}{3,1 \cdot 10^2} = 96,8 \text{ МПа};$$

$$\sigma_4 = \frac{N_4}{A_2} = \frac{-8 \cdot 10^3}{3,1 \cdot 10^2} = -25,8 \text{ МПа};$$

$$\sigma_5 = \frac{N_5}{A_2} = \frac{-50 \cdot 10^3}{3,1 \cdot 10^2} = -161,3 \text{ МПа}.$$

Строим эпюру нормальных напряжений (рисунок 15, в)

2. Определяем перемещение свободного конца: $\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 + \Delta l_4 + \Delta l_5$.

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 \cdot l_1}{E \cdot A_1} = 0;$$

$$\Delta l_2 = \frac{N_2 \cdot l_2}{E \cdot A_1} = \frac{30 \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^5 \cdot 1,9 \cdot 10^2} = 0,395 \text{ мм};$$

$$\Delta l_3 = \frac{N_3 \cdot l_3}{E \cdot A_2} = \frac{30 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^5 \cdot 3,1 \cdot 10^2} = 0,0484 \text{ мм};$$

$$\Delta l_4 = \frac{N_4 \cdot l_4}{E \cdot A_2} = \frac{-8 \cdot 10^3 \cdot 0,4 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^5 \cdot 3,1 \cdot 10^2} = -0,0516 \text{ мм};$$

$$\Delta l_5 = \frac{N_5 \cdot l_5}{E \cdot A_2} = \frac{-50 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^5 \cdot 3,1 \cdot 10^2} = -0,161 \text{ мм};$$

$$\Delta l = 0,395 + 0,0484 - 0,0516 - 0,161 = 0,2308 \text{ мм}.$$

Брус удлиняется на 0,2308 мм.

При решении четвёртой задачи (31 – 40) требуется находить центр тяжести плоских фигур, составленных из простых геометрических фигур. Положение центра тяжести плоской фигуры определяется по формулам:

$$x_C = \frac{\sum A_i \cdot x_i}{\sum A_i}, \quad y_C = \frac{\sum A_i \cdot y_i}{\sum A_i},$$

где x_C и y_C – искомые координаты центра тяжести фигуры;

x и y – координаты центров тяжести составных частей фигуры, которые определяются из заданных размеров;

A – площади составных частей.

Последовательность решения таких задач рассмотрена в примере.

Пример 3. Определить положение центра тяжести для тонкой однородной пластины, форма и размеры которой, в сантиметрах, показаны на рисунке 37.

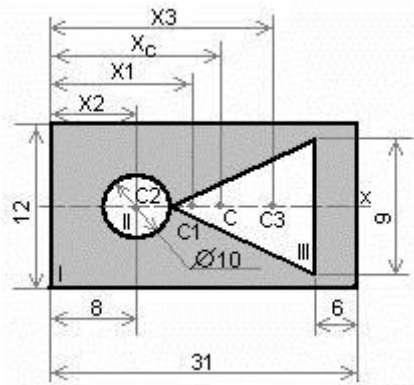


Рис.37

Указание. С целью упрощения решения следует стремиться разбить заданную сложную плоскую фигуру на возможно меньшее число простых частей, применяя в случае необходимости «метод отрицательных площадей».

Последовательность решения задачи:

1. изобразить на рисунке пластину и показать все ее размеры;
2. если не указаны заранее, указать на чертеже координатные оси;
3. разбить фигуру на возможно меньшее число простых фигур (треугольник, квадрат, круг, сегмент и т.д.);
4. вычислить площадь каждой части – простой фигуры, учитывая «метод отрицательных площадей» (если простая фигура вырезана из основной, то ее площадь считается отрицательной);
5. находим центр тяжести выделенных простых фигур по стандартным формулам (если имеется ось симметрии, то центр тяжести лежит на этой оси);
6. вычисляем координаты X_C и Y_C центра тяжести плоской пластины.

Решение.

Данную фигуру представляем состоящей из трех простых фигур: 1 – прямоугольник, 2 – круга, 3 – треугольника.

Площади кругового и треугольного отверстий вводим в расчет со знаком минус, а площадь прямоугольника – без учета имеющихся в нем отверстий.

Площади простых фигур:

$$A_1 = 12 \cdot 31 = 372 \text{ см}^2$$

$$A_2 = -\pi d^2 / 4 = -3.14 \cdot 100 / 4 = -78.5 \text{ см}^2$$

$$A_3 = -12 \cdot 9 / 2 = -54 \text{ см}^2, \text{ где совпадающая с осью симметрии высота}$$

треугольника $h = 31 - (8 + 10 / 2 + 6) = 12 \text{ см}$

Фигура имеет ось симметрии, следовательно, ее центр тяжести лежит на этой оси. Совмещаем координатную ось x с осью симметрии, а начало координат – с левым краем фигуры (чтобы координаты центров тяжести оказались положительными).

Координаты центра тяжести простых фигур: $x_1 = 31/2 = 15,5 \text{ см}$, $x_2 = 8 \text{ см}$, $x_3 = 31 - 6 - 12/3 = 21 \text{ см}$, где $12/3$ – расстояние от центра тяжести треугольника до его основания, равное $1/3$ высоты.

Координата центра тяжести заданной фигуры

$$X_C = \frac{A_1 x_1 + A_2 x_2 + A_3 x_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{372 \cdot 15,5 - 78,5 \cdot 8 - 54 \cdot 21}{372 - 78,5 - 54} = 16,7 \text{ см}$$

Ответ: 16,7 см

Пример (41 – 50) К решению этой задачи следует приступить после изучения темы «Кручение».

Кручением называют такой вид нагружения бруса, при котором в его поперечных сечениях возникает только один внутренний силовой фактор – крутящий момент M_k (или M_z).

Крутящий момент в произвольном поперечном сечении бруса равен алгебраической сумме внешних моментов, действующих на отсечённую часть:

$M_k = \sum M_i$ (имеется виду, что плоскости действия всех внешних скручивающих моментов M_i перпендикулярны продольной оси бруса).

Будем считать крутящий момент положительным, если для наблюдения, смотрящего на продольное сечение, он представляется направленным против часовой стрелки.

В третьей задаче необходимо выполнить проектный расчёт вала круглого или кольцевого поперечного сечения из условий прочности и из условий жёсткости; из двух полученных значений следует выбрать наибольшее значение.

Последовательность решения задачи:

1. Определить внешние скручивающие моменты по формуле $M = \frac{P}{\omega}$, где P – мощность, ω – угловая скорость.
2. Определить уравнивающий момент, используя уравнения равновесия $\sum M_i = 0$, так как при равномерном вращении вала алгебраическая сумма приложенных к нему внешних скручивающих (вращающих) моментов равна нулю.
3. Пользуясь методом сечений, построить эпюру крутящих моментов по длине вала.
4. Для участка вала, в котором возникает наибольший крутящий момент, определить диаметр вала круглого или кольцевого сечения из условия прочности и жёсткости.

Для кольцевого сечения вала принять соотношения диаметров $\frac{d_0}{d} = c$, d_0 – внутренний диаметр кольца; d – наружный диаметр кольца.

Из условия прочности

$$W_p = \frac{M_{z \max}}{[\tau_\kappa]},$$

где $M_{z \max}$ – наибольший крутящий момент;

W_p – полярный момент сопротивления кручению;

$[\tau_\kappa]$ – допускаемое касательное напряжение.

Из условия жёсткости

$$J_p = \frac{M_{z \max}}{G \cdot [\varphi_0]},$$

где J_p – полярный момент инерции сечения;

G – модуль упругости при сдвиге;

$[\varphi_0]$ – допускаемый угол закручивания.

Сечение вала – круг

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$$

Необходимый по прочности диаметр вала:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{\kappa \max}}{\pi \cdot [\tau_\kappa]}}$$

$$J_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32}$$

Необходимый по жёсткости диаметр вала:

$$d = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot M_{\kappa \max}}{\pi \cdot G \cdot [\varphi_0]}}$$

Сечение вала – кольцо

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \cdot (1 - c^4)$$

Необходимый по прочности наружный диаметр кольца:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{\kappa \max}}{\pi \cdot [\tau_\kappa] \cdot (1 - c^4)}}$$

$$J_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} \cdot (1 - c^4)$$

Необходимый по жёсткости диаметр кольца:

$$d = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot M_{\kappa \max}}{\pi \cdot G \cdot [\varphi_0] \cdot (1 - c^4)}}$$

Пример5: Для стального вала (рисунок 16, а) постоянного по длине сечения требуется:

- 1) определить значение моментов M_2 и M_3 , соответствующие передаваемым мощностям P_2 и P_3 , а также уравнивающий момент M_1 ;
- 2) построить эпюру крутящих моментов;
- 3) определить требуемый диаметр вала из расчётов на прочность и жёсткость, полагая по варианту (а) поперечное сечение вала – круг, по варианту (б) поперечное сечение вала – кольцо, имеющее соотношение диаметров $\frac{d_0}{d} = c = 0,8$.

Принять: $[\tau_\kappa] = 30 \text{ МПа}$; $[\varphi_0] = 0,02 \text{ рад/м} = 0,02 \cdot 10^3 \text{ рад/мм}$; $G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$;
 $P_2 = 52 \text{ кВт}$; $P_3 = 50 \text{ кВт}$; $\omega = 20 \text{ рад/с}$.

Окончательно принимаемое значение диаметра вала округлим до ближайшего большего чётного или оканчивающегося на пять числа.

Решение.

1. Определяем внешние скручивающие моменты:

$$M_2 = \frac{P_2}{\omega} = \frac{52 \cdot 10^3}{20} = 2600 \text{ Нм};$$

$$M_3 = \frac{P_3}{\omega} = \frac{50 \cdot 10^3}{20} = 2500 \text{ Нм}.$$

2. Определяем уравнивающий момент M_1 :

$$\sum M_i = 0; M_1 - M_2 - M_3 = 0;$$

$$M_1 = M_2 + M_3 = 2600 + 2500 = 5100 \text{ Нм}.$$

3. Определяем крутящий момент по участкам вала:

$$M_{z1} = M_1 = 5100 \text{ Нм};$$

$$M_{z2} = M_1 - M_2 = 5100 - 2600 = 2500 \text{ Нм}.$$

Строим эпюру крутящих моментов M_z (рисунок 16, б).

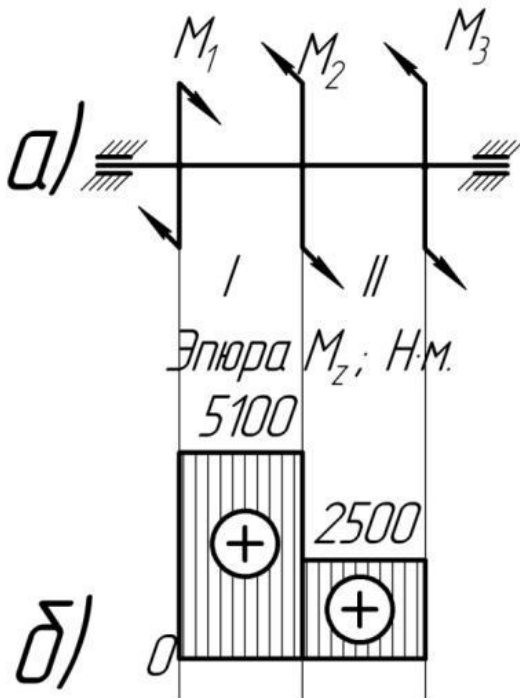


Рисунок 16

Определяем диаметр вала из условий прочности и жёсткости:

$$M_{z \max} = 5100 \text{ Нм (рисунок 16, б)}$$

а) Сечение вала – круг.

Из условия прочности:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{z \max}}{\pi \cdot [\tau_k]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 5100 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 30}} = 95,3 \text{ мм}.$$

Принимаем $d = 95 \text{ мм}$.

Из условия жёсткости:

$$d = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot M_{z \max}}{\pi \cdot G \cdot [\varphi_0]}} = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot 5100 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 8 \cdot 10^4 \cdot 0,02 \cdot 10^{-3}}} = 75,5 \text{ мм.}$$

Принимаем $d = 76 \text{ мм.}$

Требуемый диаметр получился больше из расчета на прочность, поэтому его принимаем как окончательный $d = 95 \text{ мм.}$

б) Сечение вала – кольцо

Из условия прочности:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{z \max}}{\pi \cdot [\tau_k] \cdot (1 - c^4)}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 5100 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 30 \cdot (1 - 0,8^4)}} = 113,6 \text{ мм.}$$

Принимаем $d = 114 \text{ мм.}$

Из условия жесткости:

$$d = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot M_{z \max}}{\pi \cdot G \cdot [\varphi_0] \cdot (1 - c^4)}} = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot 5100 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 8 \cdot 10^4 \cdot 0,02 \cdot 10^{-3} \cdot (1 - 0,8^4)}} = 86,1 \text{ мм.}$$

Принимаем $d = 86 \text{ мм.}$

Окончательно принимаем наружный диаметр вала из условия прочности $d = 114 \text{ мм.}$

Тогда внутренний диаметр вала равен $d_0 = d \cdot c = 114 \cdot 0,8 = 91,2 \text{ мм.}$

Принимаем $d_0 = 92 \text{ мм.}$

Перечень вопросов для подготовки к экзамену

Теоретическая механика

1. Поясните роль и значение механики в технике. Механическое движение. Теоретическая механика и ее разделы: статика, кинематика, динамика.
2. Разъясните основные понятия и определения: материальная точка, абсолютно твердое тело, сила, сила-вектор. Система сил. Эквивалентные системы сил. Запишите те аксиомы статики.
3. Охарактеризуйте свободные и несвободные тела. Дайте определение "связи". Запишите основные типы реакции связей.
4. Дайте определение системы сходящихся сил. Объясните сложение плоской системы сходящихся сил. Постройте силовой многоугольник.
5. Объясните проекцию силы на ось. Дайте аналитическое определение равнодействующей системы сходящихся сил.
6. Объясните геометрическое условие равновесия плоской сходящейся системы сил. Запишите уравнение равновесия.
7. Дайте определение пары сил. Поясните вращающее действие пары на тело. Укажите: плечо пары, момент пары, знак пары.
8. Объясните приведение плоской произвольной системы сил к данной точке. Главный вектор и главный момент. Как определить момент силы относительно точки.
9. Объясните равновесие плоской произвольной системы сил. Поясните условия равновесия. Запишите уравнение равновесия (3 вида).
10. Дайте определение балочным системам. Разъясните классификацию нагрузок. Укажите виды опор балок и реакции опор. Дайте понятие статически неопределимых систем.
11. Опишите трение скольжения. Дайте определение: сила трения, угол трения, коэффициент трения, конус трения.
12. Объясните равновесие пространственной сходящейся системы сил. Запишите условие и уравнения равновесия.
13. Объясните момент силы относительно оси. Запишите условие и уравнения равновесия пространственной произвольной системы сил.
14. Укажите положение центра тяжести простых геометрических тел. Как определить положения центра тяжести тела имеющего вид тонкой однородной пластины?
15. Дайте определение понятию кинематики как науки. Дайте определение основным понятиям: траектория, расстояние, путь, время, скорость и ускорение.
16. Поясните задание движения точки естественным способом. Дайте определение понятию скорость точки. Запишите уравнение равномерного движения.
17. Объясните ускорение полное, нормальное и касательное. Виды движения точки в зависимости от ускорения.
18. Поясните равнопеременное движение точки. Приведите примеры кинематических графиков.

19. Разъясните вращательное движение твердого тела. Поясните: угловое перемещение, угловая скорость, частота вращения.
20. Запишите уравнение равнопеременного вращения.
21. Объясните линейные скорости точек вращающегося тела. Выразите a_n , a_τ и a через ω и ε .
22. Объясните сложное движение точки. Запишите теорему сложения скоростей. 23. Дайте определение мгновенному центру скоростей. Определите скорости точек тела с помощью М.Ц.С.
24. Разъясните принцип Д'аламбера. Сущность метода кинетостатики.
25. Разъясните работу постоянной силы на прямолинейном участке. Объясните работу силы тяжести. Запишите единицы измерения работы.
26. Дайте определение мощности. Запишите формулы для определения работы и мощности силы при вращательном движении.
27. Дайте определение импульса силы и количества движения. Объясните теорему о количестве движения материальной точки. Запишите теорему об изменении $E_{кин}$.

Сопротивление материалов

28. Объясните основные задачи сопромата. Перечислите основные гипотезы и допущения.
29. Объясните метод сечений. Охарактеризуйте напряжение полное, нормальное и касательное.
30. Дайте определение продольных сил и нормальных напряжений. Объясните построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений.
31. Объясните продольную и поперечную деформацию. Запишите закон Гука для нормальных напряжений. Как определить перемещения при растяжении-сжатии? 32. Укажите назначения испытаний материалов на растяжение и сжатие. Вычертите диаграмму растяжения и укажите её характерные точки.
33. Поясните назначение коэффициента запаса прочности. Объясните допускаемые напряжения. Приведите примеры расчетов на прочность при растяжении и сжатии. 34. Приведите примеры расчетов на срез и смятие.
35. Объясните кручение прямого круглого бруса. Приведите примеры построения эпюр крутящих моментов.
36. Запишите формулы для определения полярного момента инерции и сопротивления для круга и кольца.
37. Приведите примеры расчетов на прочность и жесткость при кручении. Объясните связь между T , P , ω .
38. Приведите примеры расчета цилиндрических винтовых пружин растяжения – сжатия. Запишите формулы для расчетов.
39. Запишите формулы для определения моментов инерции и сопротивления прямо угольника, квадрата, круга и кольца.
40. Охарактеризуйте изгиб. Разъясните классификацию видов изгиба. Расскажите о внутренних силовых факторах при изгибе.
41. Опишите построение эпюр Q и M_x . Объясните правило построения эпюр по характерным точкам.

42. Назовите основные виды расчетов конструкций на прочность при изгибе. Запишите формулы для расчетов на прочность при изгибе.
43. Приведите примеры расчетов бруса на совместное действие изгиба и кручения по различным гипотезам прочности.
44. Объясните усталость металлов. Вычертите кривую усталости. Укажите факторы, влияющие на предел выносливости.
45. Поясните устойчивость сжатых стержней. Дайте определение критической силы. Запишите формулу Эйлера. Укажите предел применимости формулы Эйлера.

Детали машин

46. Дайте определения механизма и машины. Разъясните классификацию машин. Охарактеризуйте современные тенденции в развитии машиностроения.
47. Перечислите требования, предъявляемые к машинам и их деталям. Поясните основные критерии работоспособности и расчета деталей машин.
48. Приведите примеры неразъемных соединений. Запишите расчет сварных соединений на прочность.
49. Охарактеризуйте основные типы резьб. Дайте сравнительную характеристику. Укажите область применения резьб. Запишите расчет резьбовых соединений на прочность.
50. Охарактеризуйте шпоночные и шлицевые соединения. Приведите расчеты шпонок и шлицев на прочность.
51. Охарактеризуйте механические передачи. Разъясните назначение, классификацию, принцип работы. Запишите основные кинематические и силовые соотношения для механических передач.
52. Охарактеризуйте фрикционную передачу. Запишите основные геометрические и кинематические соотношения. Укажите формулу для определения усилия прижатия катков (F_r).
53. Охарактеризуйте зубчатую передачу. Назовите область применения. Перечислите достоинства и недостатки. Объясните зацепление двух эвольвентных зубчатых колес.
54. Укажите материалы зубчатых колес. Назовите виды разрушения зубьев. Поясните методы изготовления зубчатых колес.
55. Запишите геометрический расчет прямозубых передач.
56. Запишите расчет прямозубой передачи на контактную прочность и изгиб.
57. Запишите формулы геометрического расчета косозубых и шевронных передач. Укажите особенности расчета на контактную прочность и изгиб.
58. Охарактеризуйте передачу винт-гайка. Назовите достоинства, недостатки и область применения передачи. Запишите силовые соотношения и К.П.Д. передачи.
59. Охарактеризуйте червячную передачу. Назовите достоинства, недостатки и область применения передачи. Запишите формулы геометрического расчета передачи.
60. Охарактеризуйте ременную передачу. Назовите достоинства, недостатки и область применения передачи. Разъясните классификацию ременных передач по форме поперечного сечения.
61. Охарактеризуйте цепную передачу. Назовите достоинства, недостатки и область применения передачи. Разъясните классификацию цепных передач.

62. Дайте определения вала и оси. Разъясните классификацию валов и осей. Запишите основные методы расчета на прочность валов.
63. Укажите назначение подшипников скольжения. Назовите достоинства, недостатки и область применения подшипников скольжения. Укажите материалы изготовления.
64. Укажите назначение подшипников качения. Объясните устройство. Разъясните классификацию подшипников. Запишите формулы для подбора подшипников качения по динамической грузоподъемности.
65. Разъясните назначение муфт. Дайте их краткую классификацию.

Примерные задачи для подготовки к экзамену:

1. Определите усилия в стержнях.
2. Определите реакции опор двухопорной балки.
3. Определите реакции опор консольной балки.
4. Определите центр тяжести сечения.
5. Определите трение скольжения.
6. Определите скорость и ускорение точек при поступательном и вращательном движении.
7. Решите задачи используя принцип Д'аламбера (метод кинетостатики).
8. Определите работу и мощность при поступательном и вращательном движении.
9. Постройте эпюры продольных сил и нормальных напряжений.
10. Постройте эпюру крутящих моментов и определите диаметр вала в опасном сечении.
11. Постройте эпюру поперечных сил и изгибающих моментов для консольной и двухопорной балки.
12. Определите основные размеры прямозубой цилиндрической передачи.
13. Определите основные размеры косозубой цилиндрической передачи.
14. Определите основные геометрические параметры червячной передачи.

