

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ВИТЕБСКОГО ОБЛАСТНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО КОМИТЕТА

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРШАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

по учебной работе

_____ И.В.Шашлова

« ____ » _____ 20 ____ г.

ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ИЗУЧЕНИЮ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА,
ЗАДАНИЯ НА ДОМАШНЮЮ КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ
ДЛЯ УЧАЩИХСЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 5-04-0714-07 «ТЕХНИЧЕСКАЯ
ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И
ТЕХНОЛОГИЯ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

2023

Автор: Корякова М.Ю., преподаватель учреждения образования «Оршанский государственный политехнический колледж»

Разработано в соответствии с учебной программой учреждения образования, реализующего программы среднего специального образования, по учебному предмету «Техническая механика», утвержденной директором колледжа 31.08.2023

Обсуждено и одобрено на заседании цикловой комиссии № 6
Протокол № _____ от _____

Пояснительная записка

Учебный предмет «Техническая механика» предназначен для изучения основ теоретической механики, сопротивления материалов и деталей машин.

Цель учебного предмета - подготовка высококвалифицированных техников, способных активно участвовать в решении следующих задач:

- сокращение сроков разработки и освоения новой техники;
- широкое внедрение гибких переналаживаемых производств, систем автоматизированного проектирования;
- применение в машиностроении конструкционных материалов;
- повышение в экономически оправданных пределах единичных мощностей машин и оборудования;
- снижение затрат на производство.

В процессе изложения программного учебного материала соблюдается единство терминологии и обозначений в соответствии с действующими стандартами и Международной системой единиц (СИ).

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

Программой определены цели изучения каждой темы, спрогнозированы результаты их достижения в соответствии с уровнями усвоения учебного материала.

усвоения учебного материала.

В результате изучения учебного предмета «Техническая механика» учащиеся должны:

знать:

- основные понятия и аксиомы механики;
- основные законы теоретической механики и сопротивления материалов;
- 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 бруса;
- критерии прочности конструкций и методы расчета деталей и механизмов общего назначения на прочность;
- факторы, воздействующие на детали машин в процессе их работы;
- пути уменьшения вредного воздействия неблагоприятных факторов;
- общую методику расчета деталей машин и механизмов;
- тенденции совершенствования машин;

уметь:

- определять опорные реакции конструкции;
- определять основные механические характеристики;
- выбирать материалы в соответствии с их назначением и использованием в конкретных эксплуатационных условиях;
- выполнять проектные и проверочные расчеты на прочность и жесткость при различных видах нагружения бруса;

выбирать в процессе проектирования расчетную схему (модель) и проводить соответствующие расчеты типовых для данной отрасли элементов машин с использованием справочной литературы.

Методические рекомендации по выполнению домашней контрольной работы

1. Домашняя контрольная работа должна быть выполнена в отдельной ученической тетради, объемом 12 листов.

2. Страницы ученической тетради должны быть пронумерованы, начиная с обложки.

3. На каждой странице необходимо оставлять поля для замечаний рецензента.

4. Необходимо соблюдать интервал между строчками, чтобы преподаватель имел возможность исправить ошибки в тексте. Если тетрадь в клетку, то надо писать через строчку.

5. 2-3 страницы в конце работы должны быть свободны для рецензии преподавателя, а также для устного собеседования по домашней контрольной работе.

6. Не разрешается допускать произвольных сокращений слов, различных обозначений, не принятых в литературе по изучаемому предмету.

7. Приводимые в работе цитаты должны быть написаны дословно, выделены кавычками и указан источник (фамилия автора, название произведения, год издания, том, часть, страницы). Не следует злоупотреблять цитированием.

8. Прежде чем приступить к написанию домашней контрольной работы учащийся обязан написать ее план. Со следующей страницы приступить к непосредственному выполнению домашней контрольной работы таким образом

9. Изменять формулировки вопросов и условия задач нельзя.

10. Ответы необходимо сопровождать требуемыми графиками, схемами, рисунками с соответствующими подписями. Допускается размещать ксерокопии сложных схем, агрегатов, узлов, механизмов.

11. Решение задачи необходимо также начинать с новой страницы. После условия задачи делается запись «Решение»: и приводится максимально подробное и полное решение задачи со всеми пояснениями, формулами, расшифровками показателей, входящих в формулу.

12. Если в тексте ответа приводятся формулы, то необходимо расшифровать буквенные обозначения входящих величин с указанием их размерности.

13. После выполнения контрольной работы приведите список литературы с новой страницы.

14. После списка литературы в конце работы ставится дата выполнения работы (слева), разборчивая подпись учащегося и расшифровка подписи.

15. Допускается оформление домашней контрольной работы с использованием персонального компьютера согласно установленным требованиям оформления.

После проверки домашней контрольной работы преподаватель составляет рецензию. По результатам выполнения домашней контрольной работы выставляется зачет (незачет, зачет с доработкой):

Критерии оценки домашней контрольной работы

Домашняя контрольная работа считается зачтенной, если правильно выполнено 75% задания, но имеются недоработки, а именно:

не по существу дан ответ на один теоретический вопрос или на оба вопроса даны ответы по существу, но раскрыты не в полном объеме (с несущественными замечаниями);

ход решения задачи верный, но имеется математическая ошибка в одной задаче или отсутствует ответ и вывод (если требуется по условию);

отсутствуют перед ответами номера заданий или в конце работы список используемых источников и подпись;

отсутствует формулировка вопросов и/или условия задач.

Домашняя контрольная работа считается не зачтенной, если:

выполнена не по заданию варианта;

ответы на теоретические вопросы даны не по существу;

на один теоретический вопрос ответ дан не по существу или он неполный и неверно решена одна задача;

отсутствуют обоснования формул с пояснением расчетов задач;

неправильно решены обе задачи.

Программа учебного предмета «Техническая механика»

Введение

Содержание технической механики. Роль и значение механики в технике. Материя и движение. Механическое движение. Равновесие. Теоретическая механика и ее разделы: статика, кинематика, динамика.

Раздел 1. Теоретическая механика

1.1. Статика

Тема 1.1.1. Основные понятия и аксиомы статики. Виды связей и их реакции

Основные понятия статики: материальная точка, абсолютно твердое (жесткое) тело, сила (сила как вектор, единицы измерения и способы приложения силы, сила тяжести). Системы сил и их классификация. Эквивалентные и уравновешенные системы сил. Равнодействующая сила. Задачи статики.

Аксиомы статики: закон инерции; условие равновесия двух сил; принцип присоединения и исключения уравновешенных сил, сила – скользящий вектор; правило параллелограмма; закон равенства действия и противодействия.

Проекция силы на ось, на две и три взаимно перпендикулярные координатные оси; правило знаков.

Сложение двух сил, приложенных в точке тела, и разложение силы на две составляющие.

Тема 1.1.2. Плоская система сходящихся сил

Плоская и пространственная системы сходящихся сил. Сложение плоской системы сходящихся сил. Силовой многоугольник. Определение равнодействующей системы сходящихся сил методом проекций; теорема о проекции суммы сил на ось координат. Условие равновесия плоской системы сходящихся сил в геометрической и аналитической форме. Уравнения равновесия.

Сложение и равнодействующая пространственной системы сходящихся сил. Условие и уравнения равновесия пространственной системы сходящихся сил.

Стержневые системы с идеальными шарнирами (статически определимые), определение реакций в стержнях. Общее понятие о статически неопределимых задачах.

Методика расчета типовых задач на равновесие.

1.1.3. Пара сил. Момент силы относительно точки.

Пара сил. Вращающее действие пары сил на тело. Плечо и момент пары сил, правило знаков. Момент пары сил как свободный вектор. Возможность переноса пары сил в плоскости ее действия. Эквивалентные и уравновешивающиеся пары сил. Сложение пар сил, момент равнодействующей пары. Условие и уравнение равновесия системы пар сил.

Плечо и момент силы относительно точки и оси, правило знаков.

Связи, их классификация; реакции связей и определение их направления.

1.1.4. Плоская система произвольно расположенных сил

Плоская и пространственная системы произвольно расположенных сил. Эквивалентные преобразования (сложение) систем произвольно расположенных сил. Приведение силы и плоской системы произвольно расположенных сил к данному центру. Главный вектор и главный момент плоской системы произвольно расположенных сил (равнодействующая плоской системы произвольно расположенных сил). Теорема Вариньона о моменте равнодействующей.

Приведение к данному центру, главный вектор и главный момент пространственной системы произвольно расположенных сил и их разложение относительно координатных осей.

Условия и уравнения равновесия: плоской системы произвольно расположенных сил (три формы); плоской системы параллельных сил (две формы); пространственной системы произвольно расположенных сил (шесть уравнений); пространственной системы параллельных сил (три уравнения).

Балки и нагрузки; классификация нагрузок (сосредоточенные, моментные, распределенные).

Применение уравнений равновесия для определения опорных реакций статически определимых плоско нагруженных балок и пространственно нагруженных валов.

Статически неопределимые задачи.

Тема 1.1.5. Трение

Трение скольжения: сила трения, угол трения, коэффициент трения скольжения и факторы, влияющие на него. Конус трения. Условие самоторможения.

Трение качения. Коэффициент трения качения и факторы, влияющие на него.

Сравнительный анализ трения скольжения и качения.

Тема 1.1.6. Центр тяжести

Центр параллельных сил и его свойство. Формулы для определения положения центра параллельных сил. Центр тяжести тела. Формула для определения положения центра тяжести тела, составленного из тонких однородных пластинок (площадей) и из тонких стержней (линий).

Положение центра тяжести тела, имевшего плоскость или ось симметрии. Положение центров тяжести простых геометрических фигур и линий: прямоугольника, треугольника, дуги, окружности (без вывода), кругового сектора. Определение положения центров тяжести тонких пластинок и сечений, составленных из простых геометрических фигур и из стандартных профилей проката. Статический момент сечения.

1.2. Кинематика

Тема 1.2.1. Основные понятия кинематики. Кинематика точки.

Кинематика как наука о механическом движении, изучаемом с точки зрения геометрии. Покой и движение; относительность этих понятий. Основные понятия кинематики: траектория, путь, время, скорость и ускорение.

Способы задания движения точки. (Естественный и координатный)

Уравнение движения точки по заданной криволинейной траектории. Средняя скорость и скорость в данный момент. Ускорение полное, нормальное (центростремительное) и касательное (тангенциальное).

Виды движения точки в зависимости от ускорений. Прямолинейное движение точки. Равномерное движение точки; уравнение движения; кинематические графики и связь между ними.

Тема 1.2.2. Простейшие движения твердого тела

Поступательное движение твердого и его свойства. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси. Угловое перемещение. Уравнение вращательного движения. Средняя угловая скорость и угловая скорость в данный момент. Частота вращения. Единицы угловой скорости и частоты вращения, связь между ними. Угловая скорость как вектор. Угловое ускорение. Равномерное вращение. Уравнение равномерного вращения.

Равнопеременное вращение, уравнение вращения, основные и вспомогательные формулы.

Линейные скорости и ускорения точек вращающегося тела. Выражение скорости, нормального, касательного и полного ускорений точек вращающегося тела через его угловую скорость и угловое ускорение.

1.3. Динамика

Тема 1.3.1. Основные понятия и аксиомы динамики

Основные понятия: масса, материальная точка, сила (постоянная и переменная).

Аксиомы динамики: первая – принцип инерции; вторая – основной закон динамики материальной точки (масса материальной точки, единицы массы, зависимость между массой и силой тяжести); третья – закон независимости действия сил; четвертая – закон равенства действия и противодействия.

Тема 1.3.2. Движение материальной точки. Метод кинетостатики. Силы инерции

Свободная и несвободная точки. Сила инерции и общий метод ее определения. Определение направления и модуля силы инерции в зависимости от траектории и ускорения движения материальной точки.

Принцип Даламбера. Сущность метода кинетостатики.

Тема 1.3.3. Работа и мощность

Работа постоянной силы при прямолинейном движении. Теорема о работе равнодействующей силы. Работа переменной силы при криволинейном движении. Работа силы тяжести. Потенциальная энергия для точки. Работа силы упругости. Работа при качении тела по негладкой плоскости.

Мощность, ее среднее значение, мощность в данный момент времени. Понятие о механическом коэффициенте полезного действия (КПД).

КПД системы механизмов (при последовательном и параллельном соединении). Работа и мощность при вращательном движении тела; окружная сила и вращающий момент.

Связь между вращающим моментом, передаваемой мощностью и частотой вращения (в международной системе единиц (СИ)).

Методика расчета типовых задач.

Тема 1.3.4. Общие теоремы динамики

Импульс силы, количество движения. Теорема об изменении количества движения материальной точки. Кинетическая энергия точки. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки.

Механическая система. Основное уравнение динамики вращающегося тела. Моменты инерции однородных тел: прямолинейного стержня, кольца, тонкого круглого диска, цилиндра сплошного и полого, относительно оси.

Кинетическая энергия при поступательном, вращательном и плоскопараллельном движении твердого тела. Теорема об изменении кинетической энергии для системы.

Уравновешивание сил инерции. Понятие о статической и динамической балансировке вращающихся материальных тел.

Раздел 2. Сопротивление материалов

Тема 2.1. Основные положения

Основные задачи науки о сопротивлении материалов (расчеты на прочность, жесткость и устойчивость).

Деформируемое тело. Деформации упругие и пластические. Нагрузки внешние и внутренние. Классификация внешних нагрузок (поверхностные, объемные; статические, динамические, переменные).

Основные гипотезы и допущения, применяемые в сопротивлении материалов: о свойствах деформируемого тела (однородность, изотропность, непрерывность строения); о характере деформаций (принцип начальных размеров, линейная зависимость между нагрузками и вызываемыми ими деформациями, принцип независимости действия сил). Классификация элементов конструкций по геометрическим признакам: брус, оболочка (пластина), массивное тело.

Внешние и внутренние силовые факторы (нагрузки) в элементах конструкций. Метод сечений и его применение для определения внутренних силовых факторов. Простейшие виды нагружения бруса (растяжение и сжатие, срез, кручение, изгиб) и соответствующие им внутренние силовые факторы (общие уравнения для их определения).

Понятие о напряженном состоянии в точке тела, механическом напряжении. Алгоритмическая формула напряжения. Геометрическая характеристика прочности сечения.

Напряжение: полное, нормальное, касательное.

Тема 2.2. Растяжение и сжатие

Центральное растяжение и сжатие. Продольные (нормальные) силы и нормальные напряжения в поперечных сечениях бруса (гипотеза плоских сечений) при растяжении (сжатии). Построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений.

Напряжения в наклонных сечениях бруса (максимальные касательные напряжения).

Деформации при растяжении и сжатии (продольные и поперечные, абсолютные и относительные). Закон Гука. Модуль продольной упругости. Коэффициент Пуассона. Определение абсолютных продольных деформаций и осевых перемещений поперечных сечений бруса. Построение эпюр осевых перемещений.

Испытания материалов. Классификация испытаний по виду нагружения и характеру действующих нагрузок во времени. Классификация конструкционных материалов (пластичные, хрупко-пластичные и хрупкие).

Испытание материалов на растяжение и сжатие при статическом нагружении. Диаграмма

растяжения низкоуглеродистой стали и ее характерные параметры. Характеристики прочности (пределы пропорциональности, текучести, временное сопротивление) и пластичности (относительное остаточное удлинение и относительное остаточное поперечное сужение) материала. Диаграмма растяжения хрупкопластичного материала; условный предел текучести. Закон повторного нагружения (наклеп). Диаграмма растяжения хрупких материалов.

Сравнительная диаграмма сжатия пластичных, хрупкопластичных и хрупких материалов; их механические свойства при сжатии.

Опасные (предельные) и допускаемые напряжения. Коэффициент запаса прочности и факторы, влияющие на его величину и выбор.

Условие прочности при растяжении и сжатии. Расчеты на прочность: проверочный, проектный, определение допускаемой нагрузки.

Тема 2.3. Практические расчеты на срез и смятие

Понятие о срезе и смятии. Внутренние силовые факторы, возникающие при срезе и смятии, и геометрические характеристики прочности условная площадь при срезе и смятии). Условия прочности при срезе и смятии.

Методика расчета соединений на срез и смятие.

Тема 2.4. Кручение.

Внутренние силовые факторы при кручении, крутящий момент. Построение эпюр крутящих моментов.

Чистый сдвиг, угол сдвига, закон парности касательных напряжений. Закон Гука при сдвиге. Модуль сдвига. Зависимость между тремя упругими постоянными для изотропного тела.

Кручение прямого бруса круглого сечения.

Касательные напряжения при кручении, формула для их определения.

Геометрические характеристики сечений и геометрические характеристики прочности при кручении: полярные моменты инерции и сопротивления кручению для круглого и кольцевого сечений бруса.

Деформации при кручении: угол сдвига, угол закручивания (абсолютный и относительный). Формулы для определения угла закручивания.

Характер разрушения при кручении брусков из различных материалов.

Условия прочности и жесткости при кручении. Методы расчета на прочность (проверочный, проектировочный и определение допускаемой нагрузки) и жесткость (проверочный и проектный) бруса и цилиндрических винтовых пружин. Сравнение прочности и жесткости при кручении брусьев круглого и кольцевого сечений, экономический аспект вопроса.

Совместное действие среза (сдвига) и кручения. Расчет цилиндрических винтовых пружин растяжения и сжатия на прочность и жесткость. Определение расчетных касательных напряжений и изменения длины пружины.

Методика расчета цилиндрической винтовой пружины.

Тема 2.5 Изгиб

Основные понятия и определения. Классификация видов изгиба: прямой и косой изгиб, чистый и поперечный изгиб.

Внутренние силовые факторы при прямом изгибе: поперечная сила и изгибающий момент; правило знаков.

Зависимость между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки.

Правила построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов по характерным точкам (на примерах статически определимых двухопорных и консольных балок для случаев приложения к ним сосредоточенных сил и моментов, а также равномерно распределенных нагрузок).

Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов для балок, нагруженных плоскими системами параллельных сил.

Чистый изгиб: зависимость между изгибающим моментом и кривизной оси бруса. Нормальные напряжения, возникающие в поперечных сечениях бруса при чистом изгибе, формула для их определения.

Геометрические характеристики сечений при изгибе: осевые моменты инерции и сопротивления. Жесткость сечения при изгибе. Осевые моменты инерции и моменты сопротивления изгибу простейших сечений (прямоугольного, круглого, кольцевого) и сечений стандартных профилей проката. Связь между осевыми и полярными моментами инерции.

Распространение выводов о свойствах чистого изгиба на поперечный изгиб. Условие прочности при изгибе. Расчеты на прочность при изгибе (проверочный, проектировочный и определение допускаемой нагрузки). Брус равного сопротивления изгибу.

Рациональные формы поперечных сечений балок из пластичных, хрупкопластичных и хрупких материалов. Особенности расчета балок из материалов, различно сопротивляющихся растяжению и сжатию.

Касательные напряжения в продольных и поперечных сечениях брусьев при прямом изгибе; формула Журавского. Деформации (линейные и угловые) при прямом изгибе.

Определение линейных и угловых перемещений для различных случаев нагружения статически определимых балок. Условия жесткости и расчеты на жесткость при изгибе.

Тема 2.6. Устойчивость сжатых стержней

Устойчивость сжатых стержней; устойчивое и неустойчивое упругое равновесие. Внутренние силовые факторы. Критическая сила. Формула Эйлера для определения критической силы. Учет влияния формы сечения и способов закрепления концов стержня. Критическое напряжение; гибкость стержня, предельная гибкость. Пределы применимости формула Эйлера. Эмпирические формулы для критических напряжений (формула Ясинского, случаи сведения расчета на устойчивость к расчету на сжатие). График зависимости критических напряжений для низкоуглеродистой стали.

Условие устойчивости, коэффициент запаса устойчивости.

Расчеты сжатых стержней на устойчивость (проверочный и проектировочный).

Рациональные формы поперечных сечений сжатых стержней. Способы повышения их устойчивости.

Раздел 3. Детали машин

Тема 3.1. Основные положения

Машина и механизм. Классификация машин в зависимости от их назначения. Машины-двигатели, машины-преобразователи, рабочие машины. Классификация (основные типы) механизмов. Детали и сборочные единицы машин, их классификация. Требования, предъявляемые к машинам, сборочным единицам и деталям.

Тема 3.2. Общие сведения о механических передачах

Классификация и сравнительная характеристика механических передач. Назначение передач по принципу действия и по принципу передачи движения от ведущего звена к ведомому. Основные кинематические и силовые соотношения в передачах.

Механический привод машины, кинематические схемы механических приводов. Методика выбора электродвигателя и расчет привода (кинематический и силовой).

Тема 3.3. Фрикционные передачи

Общие сведения о фрикционных передачах: принцип работы и устройство, классификация, достоинства и недостатки, область применения. Фрикционные передачи с нерегулируемым (постоянным) передаточным отношением. Цилиндрическая передача гладкими катками и условие ее работоспособности. Определение требуемой силы прижатия катков, способы прижатия. Материалы катков. Виды разрушения рабочих поверхностей катков.

Критерии работоспособности фрикционных передач и методика их расчета на прочность.

Вариаторы (передачи с плавным бесступенчатым регулированием передаточного отношения), их кинематические схемы и область применения. Диапазон регулирования вариаторов.

Тема 3.4. Зубчатые передачи

Общие сведения о зубчатых передачах: принцип работы, достоинства и недостатки, область применения. Классификация зубчатых передач. Основы теории зубчатого эвольвентного зацепления, основная теорема зубчатого зацепления. Зацепление двух эвольвентных колес: основные геометрические характеристики.

Зацепление эвольвентного зубчатого колеса с рейкой. Принцип нарезания зубьев методом обкатки. Делительная окружность. Исходный контур зубчатой рейки.

Методы изготовления зубчатых колес. Точность зубчатых передач. Подрезание зубьев. Зубчатые колеса со смещением.

Основные геометрические и кинематические соотношения цилиндрических (прямозубых, косозубых, шевронных) и конических (прямозубых и непрямозубых) передач.

Виды разрушения зубьев. Критерии работоспособности и расчет зубчатых передач. Материалы зубчатых колес и допускаемые напряжения.

Расчет зубчатых передач на прочность. Выбор точности зубчатых передач.

Расчет зубчатых передач на контактную выносливость (усталостную прочность) активных поверхностей зубьев колес и на изгибную выносливость (сопротивление усталости зубьев колес при изгибе). Формулы проверочного и проектного расчетов. Особенности расчета конических передач. Выбор основных параметров и расчетных коэффициентов. Конструкции зубчатых колес.

Планетарные зубчатые передачи: принцип работы и устройство, достоинства и недостатки, область применения. Особенности конструирования и расчета планетарных передач на прочность.

Волновые зубчатые передачи: принцип работы и устройство, достоинства и недостатки, область применения.

Гипоидные зубчатые передачи: конструкция и область применения.

Тема 3.5. Червячные передачи

Общие сведения о червячных передачах: принцип работы, устройство, достоинства и недостатки, область применения, классификация. Червячная передача с архимедовым червяком. Основные геометрические соотношения, передаточное число. Скорость скольжения в червячных передачах. Изготовление червяков и червячных колес, их конструкция.

Силовые соотношения и КПД червячной передачи.

Критерии работоспособности и расчет элементов передачи: требования к износостойкости и жесткости червяка, виды разрушения зубьев червячных колес. Материалы червяков и червячных колес. Допускаемые напряжения для материалов червячных колес. Расчет зубьев колес на контактную прочность и на сопротивление усталости при изгибе. Формулы проверочного и проектного расчетов. Выбор основных параметров и расчетных коэффициентов. Расчет червяков на жесткость.

Тема 3.6. Цепные передачи

Общие сведения о цепных передачах: принцип работы, устройство, достоинства и недостатки, область применения. Классификация. Конструкции деталей цепных

передач: приводные цепи, звездочки, натяжные устройства. Применяемые материалы.

Сравнительная характеристика передач с втулочными, роликовыми и зубчатыми цепями. Основные геометрические соотношения в передачах. Передаточное число.

Силовые соотношения в цепных передачах. Критерии работоспособности. Расчеты цепных передач (проверочный и проектный).

Методика расчета цепных передач и подбора стандартных цепей.

Тема 3.7. Ременные передачи;

Общие сведения о ременных передачах: принцип работы, устройство, достоинства и недостатки, область применения.

Детали ременных передач: приводные ремни, шкивы, натяжные устройства. Сравнительная характеристика передач с плоскими, клиновыми и поликлиновыми ремнями. Основные геометрические соотношения в передачах. Силы и напряжения в ветвях ремня. Сила, действующая на валы и подшипники. Скольжение ремня на шкивах. Передаточное число.

Расчет ременных передач по тяговой способности. Выбор основных параметров и расчетных коэффициентов. Зубчато-ременные передачи. Принцип работы.

Достоинства, недостатки и область применения

Тема 3.8. Валы и оси

Понятия «вал» и «ось». Назначение, классификация, конструктивные элементы, материалы осей и валов.

Критерии работоспособности и расчет валов и осей на статическую и усталостную прочность. Проектный и проверочный расчеты валов, осей.

Способы повышения сопротивления усталости на стадии проектирования валов и осей. Понятия о расчетах валов и осей на жесткость и колебания.

Тема 3.9. Опоры осей и валов (подшипники)

Общие сведения об опорах осей и валов: назначение, принцип и условия работы, классификация.

Подшипники скольжения: устройство, достоинства и недостатки; классификация, основные типы и область применения. Виды трения в подшипниках скольжения. Режимы работы. Материалы и смазка.

Виды разрушения и основные критерии работоспособности. Нагрузочная способность. Подшипники скольжения, работающие без смазки и в режиме смешанного трения.

Методика расчета подшипников скольжения на износостойкость и теплостойкость.

Подшипники качения: устройство, достоинства и недостатки. Сравнительная характеристика подшипников скольжения и качения. Классификация и маркировка подшипников качения.

Основные типы подшипников качения и область их применения. Особенности работы радиально-упорных, шариковых и роликовых подшипников.

Статическая и динамическая грузоподъемность и подбор подшипников качения. Расчет подшипников качения на долговечность. Монтаж, демонтаж и регулировка подшипников качения.

Тема 3.10. Сварные, заклепочные, паяные соединения деталей

Назначение и общая классификация соединений деталей и сборочных единиц машин. Неразъемные и разъемные соединения. Сравнительная характеристика, достоинства, недостатки и области применения различных классов соединений.

Сварные соединения: классификация по расположению свариваемых элементов и типам сварных швов. Конструктивные варианты сварных соединений. Расчет сварных соединений на рез при постоянной нагрузке. Допускаемые напряжения для сварных соединений. Расчет прочности сварных соединений при переменном нагружении.

Заклепочные соединения: классификация, конструкции и материалы заклепок. Расчет на прочность заклепок и соединяемых деталей. Допускаемые напряжения.

Паяные соединения: конструкции, материалы деталей и припой, особенности расчета, допускаемые напряжения.

Клеевые соединения: виды, материалы. Процесс склеивания.

Методика и особенности расчета сварных, заклепочных, паяных, клеевых соединений.

Тема 3.11. Шпоночные, шлицевые соединения деталей

Шпоночные соединения. Основные типы стандартных шпонок, их классификация и сравнительная характеристика соответствующих соединений. Расчет соединений с призматическими и сегментными шпонками. Материалы и допускаемые напряжения.

Шлицевые соединения. Классификация по характеру соединения, по форме зубьев, по способу центрирования ступицы относительно вала. Соединения с прямобочными и эвольвентными зубьями и их сравнительная характеристика. Расчет шлицевых прямобочных соединений. Материалы, допускаемые напряжения.

Тема 3.12. Резьбовые соединения деталей

Общие сведения о резьбовых соединениях

Основные типы резьб, их классификация; обоснование выбора профиля резьбы. Геометрические параметры, характеризующие резьбу. Основные типы крепежных деталей и способы стопорения резьбовых соединений.

Силовые соотношения в резьбе; условия самоторможения. Зависимость между усилием затяжки и силой на ключе. Контроль усилия затяжки, динамометрические ключи.

Материалы резьбовых деталей, классы прочности резьб. Способы изготовления резьбы. Допускаемые напряжения при контролируемой и неконтролируемой затяжках.

Методика расчета на прочность стержня винта (болта, шпильки) при постоянной осевой нагрузке. Основные расчетные случаи: затянутый болт без внешней осевой

нагрузки; затянутый болт с дополнительной осевой силой; болт загружен поперечной силой (два случая – болт поставлен с зазором и без зазора).

Распределение нагрузки по виткам резьбы.

Методика расчета витков резьбы на прочность.

Способы повышения прочности и надежности резьбовых соединений (конструктивные и технологические).

Тема 3.13. Соединения с натягом

Цилиндрические и конические соединения с натягом: общие сведения, конструкции, способы сборки, достоинства и недостатки, область применения. Расчет соединений с натягом в зависимости от передаваемых нагрузок. Выбор стандартной посадки. Проверка прочности деталей соединения. Проблема повышения сопротивления усталости соединений с натягом.

Тема 3.14. Муфты

Назначение и классификация муфт. Устройство и принцип действия основных типов муфт, их сравнительная характеристика. Методика подбора стандартных муфт по типу и по расчетному моменту.

Общие сведения о редукторах и мотор-редукторах. Назначение, устройство, классификация, конструкции, основные параметры.

Задания для выполнения домашней контрольной работы

Вариант задания определяется по последним двум цифрам шифра учащегося.

<i>№ варианта</i>	<i>Номер вопроса</i>		<i>Номер задачи</i>	
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
<i>01</i>	1	17	4	7
<i>02</i>	2	16	5	8
<i>03</i>	3	18	6	9
<i>04</i>	4	15	1	13
<i>05</i>	5	19	2	14
<i>06</i>	6	1	22	15
<i>07</i>	7	14	7	4
<i>08</i>	8	4	8	5
<i>09</i>	9	3	9	6
<i>10</i>	10	5	13	1
<i>11</i>	11	2	14	2
<i>12</i>	12	8	15	22
<i>13</i>	13	7	21	19
<i>14</i>	14	6	11	20
<i>15</i>	15	20	12	16
<i>16</i>	16	9	24	17
<i>17</i>	17	10	19	21
<i>18</i>	18	13	20	11
<i>19</i>	19	12	16	12
<i>20</i>	20	11	17	21

Задание 1.

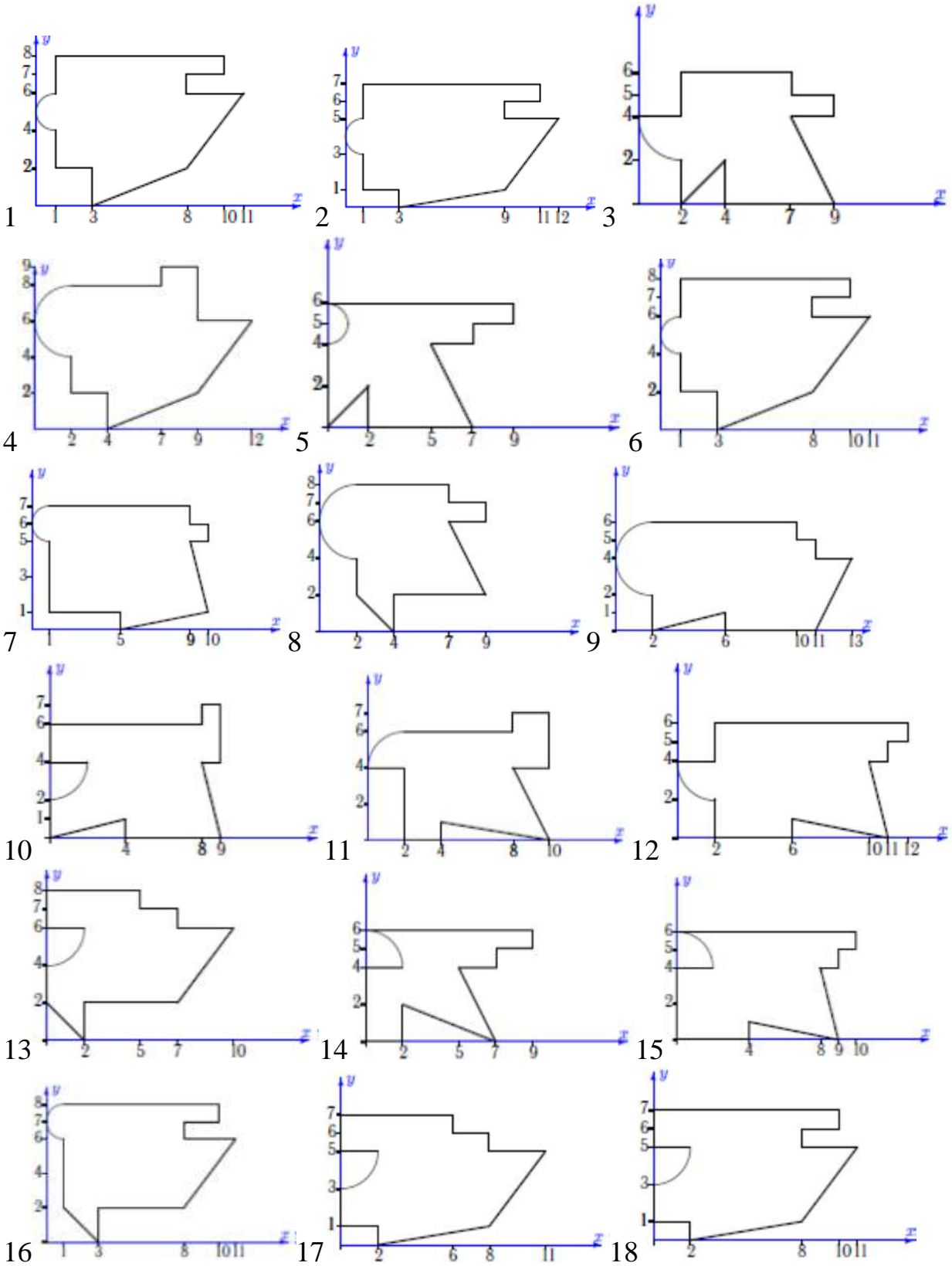
1. Раскройте основные понятия статики.
2. Изложите аксиомы статики.
3. Изложите виды связей и их реакции.
4. Опишите проекции силы на ось и на плоскость.
5. Изложите способы определения координат центров тяжести
6. Раскройте определение момент силы относительно центра или точки
7. Опишите условие и уравнение равновесия: плоской системы: сходящихся сил.
8. Раскройте определение пара сил. Объясните понятие плечо пары, момента, знак момента.
9. Опишите трение качения и вращение.
10. Раскройте понятие о кинематике, кинематика точки.
11. Охарактеризуйте поступательное движение.
12. Раскройте понятие о вращательном движение твердого тела вокруг оси, угловой скорости и угловом ускорение.
13. Опишите понятие скорость точек плоской фигуры
14. Раскройте понятие о векторе скорости точки.
15. Раскройте понятие о вектор ускорения точки.
16. Опишите законы динамики
17. Раскройте классификацию силы трения.
18. Раскройте понятие о работа силы.
19. Раскройте понятие о мощности.
20. Охарактеризовать механическую систем. Силы внешние и внутренние.

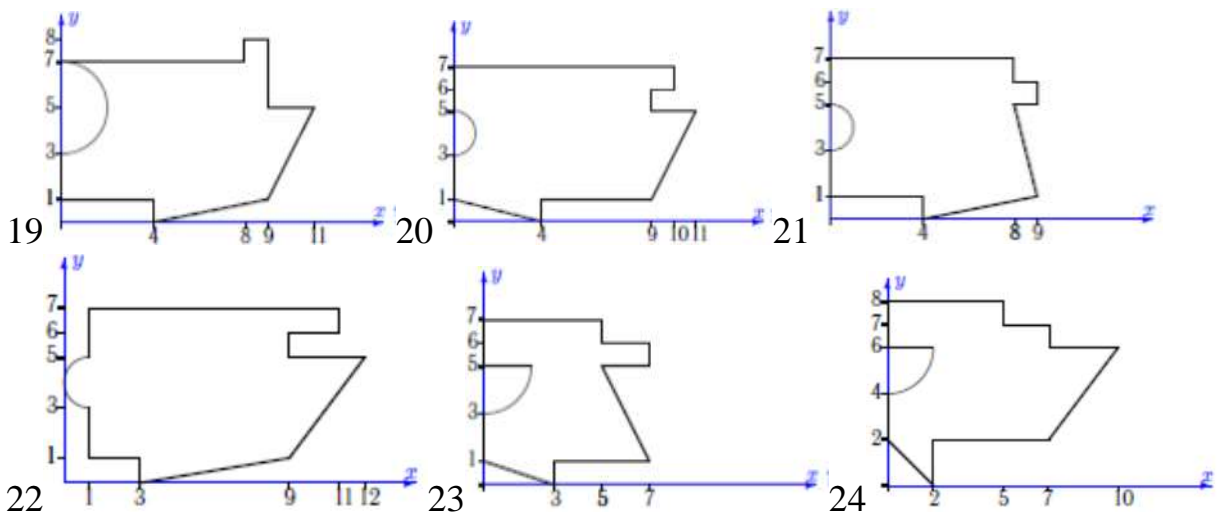
Задание 2.

1. Раскройте понятие импульс системы.
2. Опишите случаи вращающейся системы.
3. Раскройте понятия о продольных силах в поперечных сечениях.
4. Охарактеризовать расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии.
5. Опишите понятия деформации и перемещении. Закон Гука.
6. Раскройте понятие о кручении.
7. Изложите правила построения эпюр крутящих моментов.
8. Раскройте понятие о сдвиге.
9. Раскройте понятие об изгибе.
10. Изложите правила построения эпюр поперечных сил и изгибающего момента.
11. Раскройте классификацию клеевых соединений
12. Раскройте классификацию паяных соединений.
13. Раскройте классификацию сварных соединений.
14. Раскройте классификацию заклепочных соединений.
15. Раскройте классификацию шпоночных соединений.
16. Перечислите достоинства и недостатки зубчатых передач.
17. Раскройте классификацию зубчатых передач.
18. Опишите виды разрушения зубьев.
19. Изложите расчет цилиндрической прямозубой передачи на контактную прочность.
20. Опишите методику выбора электродвигателя и расчет привода.

Задача 1.

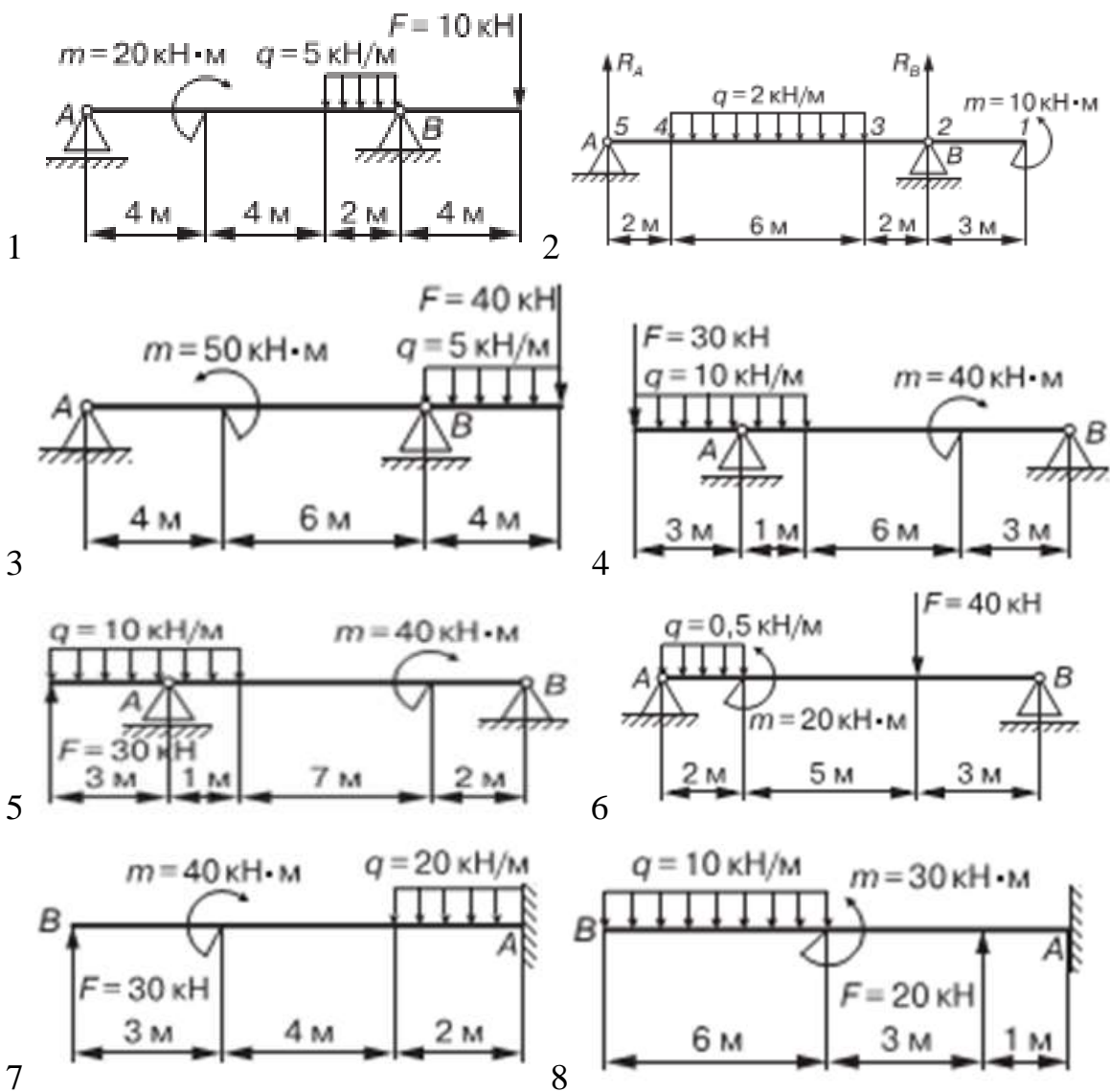
Определить положение центра тяжести однородной пластины.

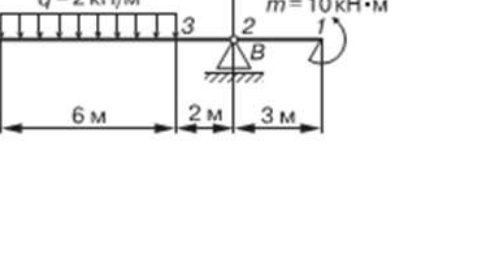
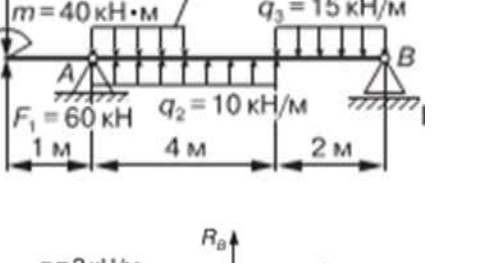
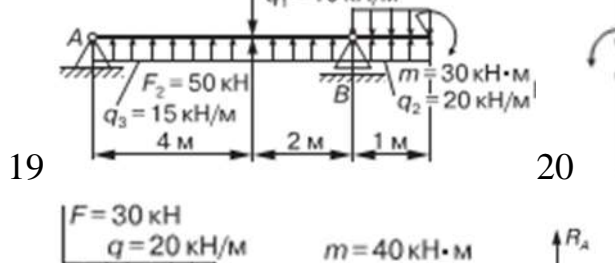
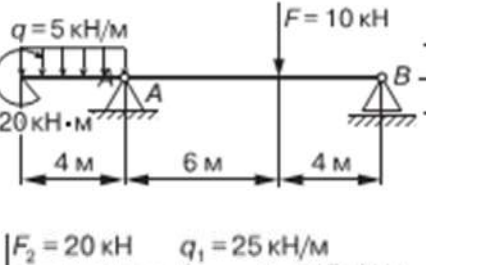
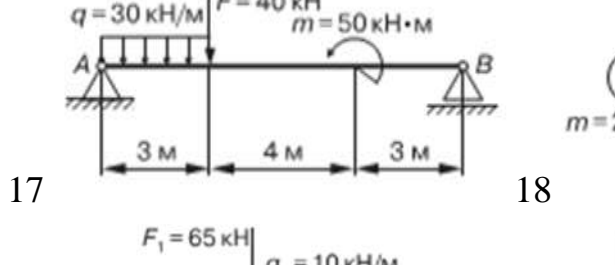
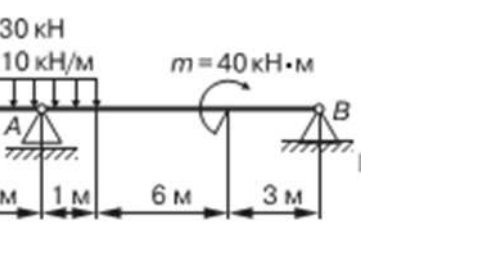
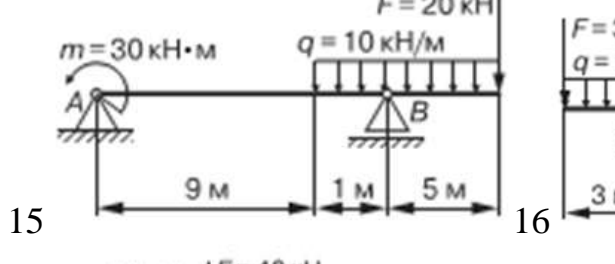
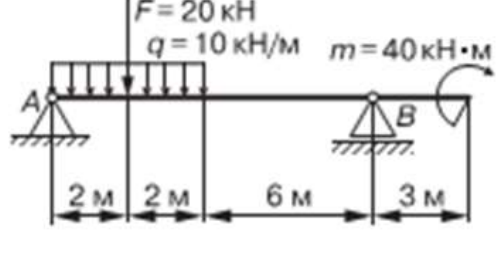
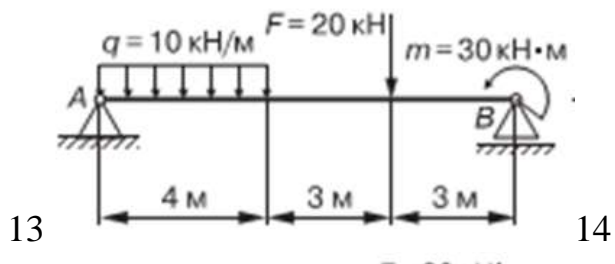
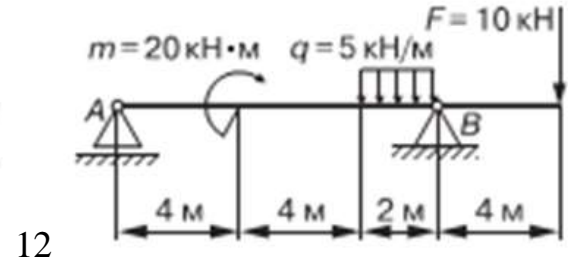
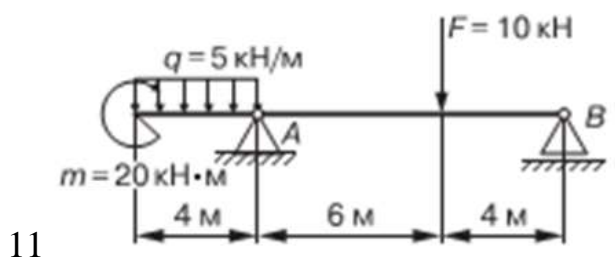
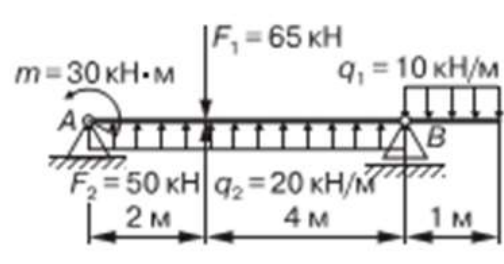
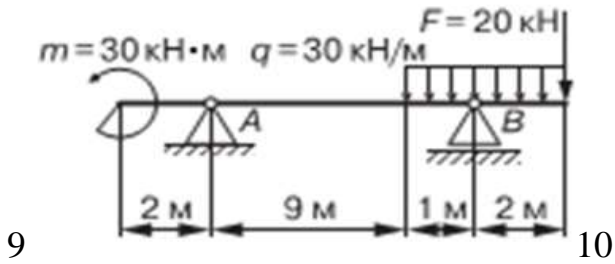




Задача 2.

Определить опорные реакции балки.

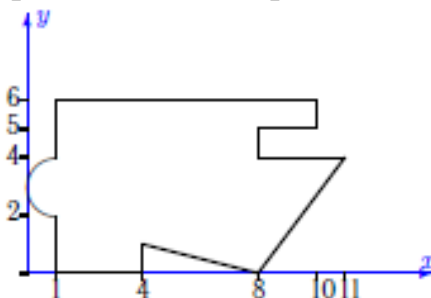




Методические рекомендации по решению задач

ДКР. Задание 1.

Определить положение центра тяжести однородной пластины.



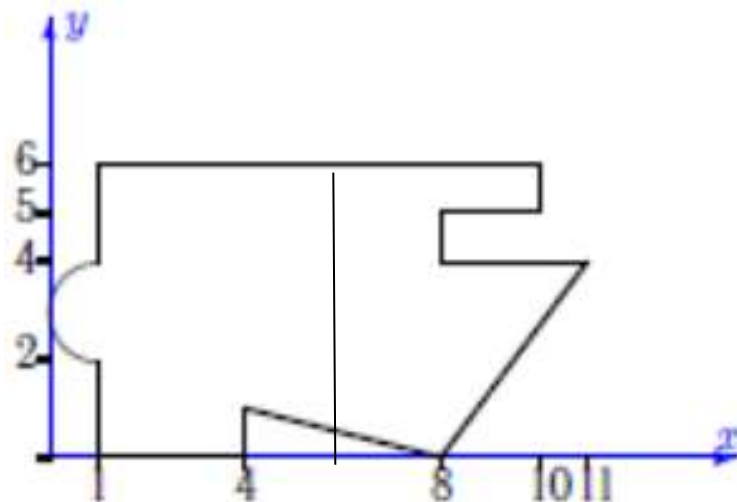
Решение

1 Разбиваем сечение на простейшие фигуры центра тяжести, которых известно.

- 1.1. Прямоугольник 7*6;
- 1.2. Полукруг R=1;
- 1.3. Прямоугольник 2*1;
- 1.4. Треугольник 4*3;
- 1.5. Треугольник 4*1.

2. Проводим оси, относительно которых находится центр тяжести.

3. Обозначаем центр тяжести составных сечений и определяем ординаты x и y (расстояние от выбранных осей до центров тяжести сечений), и определяем площади поперечных сечений.



$$x_1 = 1 + \frac{a}{2} = 1 + \frac{7}{2} = 4.5$$

$$y_1 = \frac{b}{2} = \frac{6}{2} = 3$$

$$A_1 = a * b = 7 * 6 = 42$$

$$x_2 = 1 - 0,4 * R = 1 - 0,4 * 1 = 1 - 0,4 = 0,6$$

$$y_2 = 3$$

$$A_2 = \frac{\pi R^2}{2} = \frac{3,14 * 1^2}{2} = 1,57$$

$$x_3 = 8 + \frac{a}{2} = 8 + \frac{2}{2} = 9$$

$$y_3 = 5 + \frac{b}{2} = 5 + \frac{1}{2} = 5,5$$

$$A_3 = a * b = 2 * 1 = 2$$

$$x_4 = 8 + \frac{1}{3} * b = 8 + \frac{1}{3} * 3 = 8 + \frac{3}{3} = 9$$

$$y_4 = \frac{2}{3} * h = \frac{2}{3} * 4 = \frac{8}{3} = 2.67$$

$$A_4 = \frac{1}{2} * b * h = \frac{1}{2} * 3 * 4 = 6$$

$$x_5 = 4 + \frac{1}{3} * h = 4 + \frac{1}{3} * 4 = 4 + \frac{4}{3} = 5.3$$

$$y_5 = \frac{1}{3} * b = \frac{1}{3} * 1 = 0.3$$

4. По формулам находим положение центра тяжести, наносим на основное сечение.

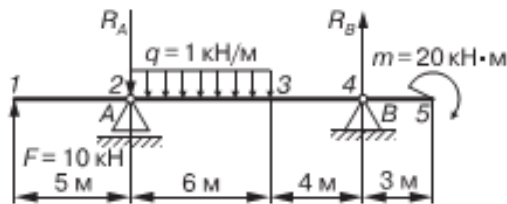
$$X_C = \frac{\sum X_i * A_i}{\sum A_i} = \frac{X_1 * A_1 + X_2 * A_2 + X_3 * A_3 + X_4 * A_4 + X_5 * A_5}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5} = \frac{4.5 * 42 + 0.6 * 1.57 + 9 * 2 + 9 * 6 - 5.3 * 2}{42 + 1.57 + 2 + 6 - 2} = \frac{189 + 0.9 + 18 + 54 - 10.6}{49.57} = \frac{251.3}{49.57} = 5.07$$

$$Y_C = \frac{\sum Y_i * A_i}{\sum A_i} = \frac{Y_1 * A_1 + Y_2 * A_2 + Y_3 * A_3 + Y_4 * A_4 + Y_5 * A_5}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5} = \frac{3 * 42 + 3 * 1.57 + 5.5 * 2 + 2.67 * 6 - 0.3 * 2}{42 + 1.57 + 2 + 6 - 2} = \frac{126 + 4.71 + 11 + 16.06 - 0.6}{49.57} = \frac{157.13}{49.57} = 3.17$$

Ответ: С (5.07; 3.17).

ДКР. Задание 2.

Определить опорные реакции балки.



Решение

1. Освобождаем тело от связей и заменяем их действие реакцией над связью.
2. Записываем условие равновесия:

$$\sum M_A = 0 \quad \sum M_B = 0$$

3. Записываем уравнение равновесия и решаем их:

$$F * 5 + q * 6 * 3 - V_B * 10 + M = 0$$

$$M - q * 6 * 7 + V_A * 10 + F * 15 = 0$$

$$V_B = \frac{F \cdot 5 + q \cdot 6 \cdot 3 + M}{10} = \frac{10 \cdot 5 + 1 \cdot 6 \cdot 3 + 20}{10} = \frac{50 + 18 + 20}{10} = \frac{88}{10} = 8.8 \text{ кН}$$

$$V_A = \frac{-M + q \cdot 6 \cdot 7 - F \cdot 15}{10} = \frac{-20 + 1 \cdot 6 \cdot 7 - 10 \cdot 15}{10} = \frac{-20 + 42 - 150}{10} = \frac{-128}{10} = -12.8 \text{ кН}$$

4. Проверка:

$$\sum y = 0$$

$$F - V_A - q \cdot 6 + V_B = 0$$

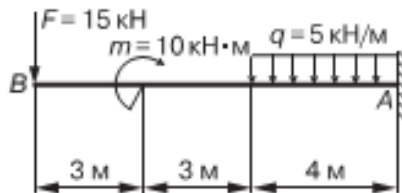
$$10 - 12.8 - 1 \cdot 6 + 8.8 = -2.8 + 2.8 = 0$$

Реакции определены верно.

Ответ: $V_A = 12.8 \text{ кН}$; $V_B = 8.8 \text{ кН}$.

ДК. Задание 2.

Определить опорные реакции балки.



Решение

1. Освобождаем тело от связей и заменяем их действие реакцией над связью.
2. Записываем условие равновесия:

$$\sum x = 0 \quad \sum y = 0 \quad \sum M_A = 0$$

3. Записываем уравнение равновесия и решаем их:

$$H_A = 0$$

$$-F - q \cdot 4 + V_A = 0$$

$$V_A = F + q \cdot 4 = 15 + 5 \cdot 4 = 15 + 20 = 35 \text{ кН}$$

$$-M_A - q \cdot 4 \cdot 2 + M - F \cdot 10 = 0$$

$$M_A = -q \cdot 4 \cdot 2 + M - F \cdot 10 = -5 \cdot 4 \cdot 2 + 10 - 15 \cdot 10 = -40 + 10 - 150 = -180 \text{ кН}$$

4. Проверка:

$$\sum M_B = 0$$

$$M + q \cdot 4 \cdot 8 - M_A - V_A \cdot 10 = 0$$

$$10 + 5 \cdot 4 \cdot 8 + 180 - 35 \cdot 10 = 0$$

$$10 + 160 + 180 - 350 = 0$$

$$350 - 350 = 0,$$

Реакции определены верно.

Ответ: $H_A = 0 \text{ кН}$; $V_A = 35 \text{ кН}$; $M_A = 180 \text{ кН}$.

ЛИТЕРАТУРА

Эрдеди, А.А. Техническая механика / А.А. Эрдеди. Н.А. Эрдеди, Москва, 2014, 528 с.

Завистовский, В.Э. Техническая механика / В.Э. Завистовский. Минск, 2022, 561 с.

Куклин, И.Г. Детали машин: учеб. / И.Г. Куклин, Г.С. Куклина, В.К. Житков. М., 2008, 505 с.

Курмаз, Л.В. Детали машин. Проектирование: учеб. пособие / Л.В.Кур-маз, А.Т. Скойбеда. 2-е изд., испр. и доп. Минск, 2002.

Скойбеда, А.Т. Детали машин и основы конструирования / А.Т. Скойбеда, А.В. Кузьмин, Н.Н. Макейчик. Минск, 2006, 135 с.

Соколовская, В.П. Техническая механика. Лабораторный практикум / В.П. Соколовская. Минск, 2010, 270 с.

Соколовская, В.П. Механика. Практикум по решению задач / В.П. Соколовская. Минск, 2006, 316 с.

Соколовская, В.П. Техническая механика. Детали машин. Курсовое проектирование / В.П. Соколовская. Минск, 2010, 103 с.