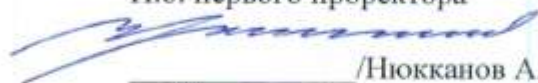


МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«АРКТИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Октябрьский филиал
Кафедра механизации сельскохозяйственного производства

УТВЕРЖДАЮ

И.о. первого проректора



/Нюкканов А.Н.

« 09 » марта 2023 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

ОП.05 Техническая механика

35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования

Техник-механик

Октябрьцы, 2023

Фонд оценочных средств учебной дисциплины разработан в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 35.02.16 «Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования», утвержденный приказом Министерства просвещения Российской Федерации от «14» апреля 2022 г. №235.
- Учебным планом специальности 35.02.16 «Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования». Утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ от «26» января 2023 г. №3.

Разработчик(и) ФОС преподаватель СПО Стрекаловская Злата Юрьевна
степень, звание, фамилия, имя, отчество

Фонд оценочных средств учебной дисциплины ОП.05 Техническая механика одобрен на заседании кафедры от «16» февраля 2023 г. Протокол № 7.

И.о.зав. кафедрой разработчика ФОС  /Хитерхеева Н.С./
подпись фамилия, имя, отчество

Фонд оценочных средств учебной дисциплины рассмотрен и рекомендован к использованию в учебном процессе на заседании УМС Октёмского филиала ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ

Председатель УМС Октёмского филиала
ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ  /Острельдина О.И./
подпись фамилия, имя, отчество

Протокол заседания УМС № 7 от «17» февраля 2023 г.

Председатель УМС ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ  /Нюкканов А.Н./
подпись фамилия, имя, отчество

Протокол заседания УМС № 12 от «09» марта 2023 г.

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

по дисциплине ОП.05 Техническая механика

по специальности 35.02.16 «Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования»

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формируемые компетенции	Наименование темы	Уровень освоения Темы	Наименование контрольно-оценочного средства	
				Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	2	3	4	5	6
<p>У.1. Читать кинематические схемы;</p> <p>У.2. Проводить расчет и проектировать детали и сборочные единицы общего назначения;</p> <p>У.3. Проводить сборочно-разборочные работы в соответствии с характером соединений деталей и сборочных единиц;</p> <p>У.4. Определять напряжения в конструкционных элементах;</p> <p>У.5. Производить расчеты элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;</p> <p>У.6. Определять передаточное отношение.</p>	<p>ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 07, ПК 1.2, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.4</p>	<p>Раздел 1. Теоретическая механика</p> <p>Тема 1.1. Статика</p> <p>Тема 1.2. Основы кинематики и динамики</p> <p>Раздел 2. Сопротивление материалов</p> <p>Тема 2.1. Основные положения, метод сечения</p> <p>Тема 2.2. Диаграмма растяжения. Расчеты на прочность при растяжении (сжатии)</p> <p>Тема 2.3. Срез и смятие. Кручение бруса. Эпюры крутящих моментов. Расчет на прочность и жесткость при кручении</p> <p>Тема 2.4. Прямой изгиб</p> <p>Тема 2.5. Устойчивость сжатых стержней</p> <p>Раздел 3. Детали машин</p> <p>Тема 3.1 Виды машин и механизмов,</p>	2	<p>-практические задания</p> <p>- тестовое задание</p> <p>-контрольные задания;</p>	<p>Дифференцированный зачет во 2 семестре;</p> <p>Экзамен в 3 семестре.</p>

<p>3.1. Виды машин и механизмов, принцип действия, кинематические и динамические характеристики;</p> <p>3.2. Типы кинематических пар;</p> <p>3.3. Типы соединения деталей и сборочных единиц;</p> <p>3.4. Основные сборочные единицы и детали;</p> <p>3.5. Характер соединения деталей и сборочных единиц;</p> <p>3.6. Принцип взаимозаменяемости;</p> <p>3.7. Виды движений и преобразующие движения механизмы;</p> <p>3.8. Виды передач; их устройство, назначение, преимущества и недостатки, условные обозначения на схемах;</p> <p>3.9. Передаточное отношение и число;</p> <p>3.10. Методику расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформации.</p>	<p>ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 07, ПК 1.2, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.4</p>	<p>принцип действия.</p> <p>Типы кинематических пар.</p> <p>Тема 3.2 Основные критерии работоспособности и расчёта деталей машин</p> <p>Тема 3.3 Типы соединений и их основные характеристики</p> <p>Тема 3.4. Механические передачи</p> <p>Тема 3.5. Редукторы</p>			
---	--	---	--	--	--

Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

1 – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств);

2 – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством);

3 – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач).

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ПРОВЕРКЕ

В результате аттестации по учебной дисциплине осуществляется комплексная проверка следующих умений и знаний, а также динамика формирования общих компетенций.

Перечень объектов контроля и оценки

Компетенции	Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания) ¹	Основные показатели оценки результата	Формы и методы контроля и оценки
1	2	3	4
ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 07, ПК 1.2, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.4	Умеет:		
	У.1. Читать кинематические схемы;	Умеет читать кинематические схемы;	Наблюдение за деятельностью студента при выполнении практических заданий; -оценка защиты практической работы; -оценка выполнения практического и самостоятельного задания; - тестовое задание -контрольная работа; -фронтальный опрос;
	У.2. Проводить расчет и проектировать детали и сборочные единицы общего назначения;	Умеет проводить расчет и проектировать детали и сборочные единицы общего назначения;	
	У.3. Проводить сборочно-разборочные работы в соответствии с характером соединений деталей и сборочных единиц;	Умеет проводить сборочно-разборочные работы в соответствии с характером соединений деталей и сборочных единиц;	
	У.4. Определять напряжения в конструкционных элементах;	Умеет определять напряжения в конструкционных элементах;	
	У.5. Производить расчеты элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;	Умеет производить расчеты элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;	
	Знает:		
	З.1. Виды машин и механизмов, принцип действия, кинематические и динамические характеристики;	Знает виды машин и механизмов, принцип действия, кинематические и динамические характеристики;	-тестирование -устный опрос -конспект -диффер.зачет -экзамен
	З.2. Типы кинематических пар;	Знает типы кинематических пар;	
	З.3. Типы соединения деталей и сборочных единиц;	Знает типы соединения деталей и сборочных единиц;	
З.4. Основные сборочные единицы и детали;	Знает основные сборочные единицы и детали;		

	3.5. Характер соединения деталей и сборочных единиц;	Знает характер соединения деталей и сборочных единиц;	
	3.6. Принцип взаимозаменяемости;	Знает принцип взаимозаменяемости;	
	3.7. Виды движений и преобразующие движения механизмы;	Знает виды движений и преобразующие движения механизмы;	
	3.8. Виды передач; их устройство, назначение, преимущества и недостатки, условные обозначения на схемах;	Знает виды передач; их устройство, назначение, преимущества и недостатки, условные обозначения на схемах;	
	3.9. Передаточное отношение и число;	Знает передаточное отношение и число;	
	3.10. Методику расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформации.	Знает методику расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформации.	

2.1. Оценка освоения учебной дисциплины

2.1.1. Формы и методы оценивания

Предметом оценки служат умения и знания, предусмотренные ФГОС по дисциплине «Техническая механика», направленные на формирование общих и профессиональных компетенций.

Перечень объектов контроля и оценки

ОК,ПК	Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания) ¹	Основные показатели оценки результата	Оценка (да/нет)
1	2	3	4
ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 07, ПК 1.2, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.4	Уметь:		
	У.1. Читать кинематические схемы;	Умеет читать кинематические схемы;	(да/нет)
	У.2. Проводить расчет и проектировать детали и сборочные единицы общего назначения;	Умеет проводить расчет и проектировать детали и сборочные единицы общего назначения;	(да/нет)
	У.3. Проводить сборочно-разборочные работы в соответствии с характером соединений деталей и сборочных единиц;	Умеет проводить сборочно-разборочные работы в соответствии с характером соединений деталей и сборочных единиц;	(да/нет)

У.4. Определять напряжения в конструкционных элементах;	Умеет определять напряжения в конструкционных элементах;	(да/нет)
У.5. Производить расчеты элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;	Умеет производить расчеты элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;	(да/нет)
Знать:		
З.1. Виды машин и механизмов, принцип действия, кинематические и динамические характеристики;	Знает виды машин и механизмов, принцип действия, кинематические и динамические характеристики;	(да/нет)
З.2. Типы кинематических пар;	Знает типы кинематических пар;	(да/нет)
З.3. Типы соединения деталей и сборочных единиц;	Знает типы соединения деталей и сборочных единиц;	(да/нет)
З.4. Основные сборочные единицы и детали;	Знает основные сборочные единицы и детали;	(да/нет)
З.5. Характер соединения деталей и сборочных единиц;	Знает характер соединения деталей и сборочных единиц;	(да/нет)
З.6. Принцип взаимозаменяемости;	Знает принцип взаимозаменяемости;	(да/нет)
З.7. Виды движений и преобразующие движения механизмы;	Знает виды движений и преобразующие движения механизмы;	(да/нет)
З.8. Виды передач; их устройство, назначение, преимущества и недостатки, условные обозначения на схемах;	Знает виды передач; их устройство, назначение, преимущества и недостатки, условные обозначения на схемах;	(да/нет)
З.9. Передаточное отношение и число;	Знает передаточное отношение и число;	(да/нет)
З.10. Методику расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформации.	Знает методику расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформации.	(да/нет)

Критерии оценивания:

Оценка компетенции производится по интегральной оценке ОПОР. Каждый ОПОР оценивается 1 или 0, сумма этих оценок дает оценку компетенции: «да» или «нет». Уровень оценки компетенций производится суммированием количества ответов «да» в процентном соотношении от общего количества ответов.

Для перевода баллов в оценку применяется универсальная шкала оценки образовательных достижений

Универсальная шкала оценки образовательных достижений

Процент результативности	Оценка уровня подготовки	
	оценка компетенций обучающихся	оценка уровня освоения дисциплин;
90 ÷ 100	высокий	<i>отлично</i>
70 ÷ 89	продвинутый	<i>хорошо</i>
50 ÷ 69	пороговый	<i>удовлетворительно</i>
менее 50	не освоены	<i>неудовлетворительно</i>

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Для оценивания компетенций: ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 07, ПК 1.2, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.4

3.1. Типовые задания для текущего контроля

Тестовый контроль (пример)

1. Что изучает статика ?

- 1) статика изучает силы, их действия, сложение, разложение и равновесие их.
- 2) статика изучает статистические движения тел
- 3) статика изучает механическое движение тел

2. На какие разделы делится теоретическая механика?

- 1) статика, кибернетика, механика.
- 2) статика, кинематика, динамика.
- 3) кинематика, механика, кибернетика.

3. Когда расстояние между двумя точками тела остается неизменным его называют

- 1) абсолютно твердым телом
- 2) прочным телом
- 3) материальным телом.

Критерии оценивания:

А

$K = \frac{A}{P}$;

Р

где К – коэффициент усвоения, А – число правильных ответов, Р – общее число вопросов в тесте.

5 = 0,91-1

4 = 0,76-0,9

3 = 0,61-0,75

2 = 0,6

Примерные задания для контрольной работы

1. Для разметки стальной поверхности нанесения линий (рисок) применяют:

- 1) карандаш
- 2) чертилку
- 3) мел

4) шариковую ручку

2. Керн это:

- 1) инструмент для разметки
- 2) деталь
- 3) углубление от разметочного инструмента
- 4) брак при разметке

3. На алюминий разметку наносят:

- 1) чертилкой
- 2) мелом
- 3) карандашом
- 4) шариковой ручкой

Критерии оценивания:

Контрольная работа оценивается удовлетворительной оценкой (61-100 б.) и неудовлетворительной (<60 б):

«удовлетворительно»– выполнено правильно не менее 50% заданий, работа выполнена по стандартной или самостоятельно разработанной методике, в освещении вопросов не содержится грубых ошибок, по ходу решения сделаны аргументированные выводы, самостоятельно выполнена графическая часть работы;

«неудовлетворительно» - студент не справился с заданием (выполнено правильно менее 50% задания варианта), не раскрыто основное содержание вопросов, имеются грубые ошибки в освещении вопроса, в решении задач, в выполнении графической части задания и т.д., а также выполнена не самостоятельно.

Типовые задания для практической работы

Практическая работа № 1.

Определение реакций опор балки на двух опорах.

Тема: Статика. Плоская система произвольно расположенных сил.

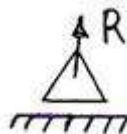
Цель работы: Научится определять реакции опор балки установленной на двух опорах.

Задание: Определить реакции опор балки на двух опорах. Схему выбрать в соответствии с номером студента по списку в журнале.

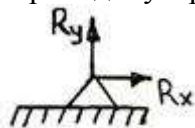
Принять: $P = 4\text{кН}$; $M = 2\text{кН}\cdot\text{м}$; $a = 2\text{м}$.

Порядок выполнения.

1. Изобразить схему в соответствии с вариантом.
2. Заменить распределенную нагрузку ее равнодействующей $Q=q\cdot l$.
Приложить равнодействующую к балке в центре тяжести соответствующего прямоугольника.



3. Заменить опоры их реакциями. Реакцию шарнирно-подвижной опоры направить перпендикулярно к опорной поверхности.



Реакцию шарнирно-подвижной опоры разложить на две составляющие, направленные по осям координат.

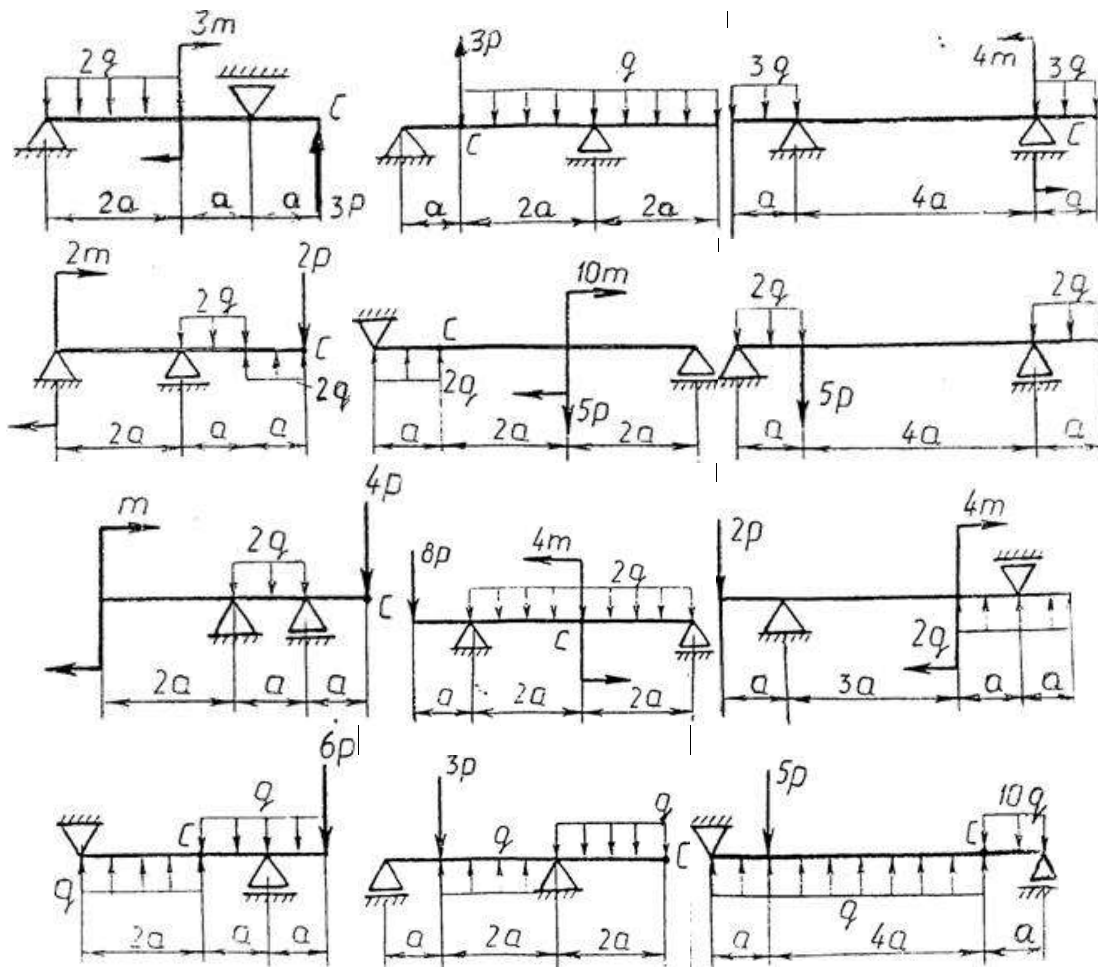
4. Составить расчетную схему балки.
5. Выбрать оси координат и центры моментов.
6. Составить уравнение равновесия: $\sum M_A = 0$; $\sum M_B = 0$; $\sum R_x = 0$.
7. Из уравнений равновесия найти неизвестные реакции опор.

8. Провести проверку правильности решения, составив уравнения $\sum F_{ix} = 0$.

9. Записать ответы.

10. Вывод.

Задания к практической работе № 1



Критерии оценивания:

Оценка «Отлично» выставляется, студент активно дает полные ответы на все вопросы, показывает при этом глубокое овладение материалом, проявляет умение самостоятельно и аргументировано пояснения своего ответа на вопросы, может привести примеры, анализировать информацию, делать самостоятельные обобщения и выводы.

Оценка «Хорошо» выставляется при условии соблюдения следующих требований: даны ответы на все вопросы, изложения материала логическое, обоснованное фактами и примерами, студент обнаружил теоретические знания, но недостаточно владеет умением анализировать информацию, в ответах допущены неточности, некоторые незначительные ошибки, имеет место недостаточная аргументированность при изложении материала.

Оценка «Удовлетворительно» выставляется в том случае, когда студент недостаточно овладел сутью материала по данной теме, ответил на большую часть вопросов, но ответы даны краткие, без аргументированного пояснения или допущены ошибки при освещении теоретического материала.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется в случае, когда студент обнаружил несостоятельность осветить вопросы или вопросы освещены неправильно, бессистемно, с грубыми ошибками, отсутствуют понимание основной сути вопросов, неумение делать выводы, обобщения.

Типовые задания для самостоятельной работы

Самостоятельная работа №1

Подготовка к итоговой самостоятельной работе по данному разделу, изучение пройденного материала, всех определений и формул.

Задание: Работа с учебником и тетрадкой с лекциями.

Самостоятельная работа №2

Подготовка к итоговой самостоятельной работе по данному разделу, изучение пройденного материала, всех определений и формул.

Задание: Работа с учебником и тетрадкой с лекциями.

Самостоятельная работа №3

Подготовка реферата.

Задание: подготовка реферата.

Примерные темы рефератов по разделу 1:

1. Связи и реакции связей.
2. Проекция силы на оси координат
3. Аналитические условия равновесия плоской системы сходящихся сил
4. Сложение двух неравных антипараллельных сил
5. Опоры и опорные реакции балок
6. Лемма о параллельном переносе силы
7. Равновесие тела на наклонной плоскости
8. Теорема о моменте равнодействующей относительно оси (теорема Вариньона)
9. Пространственная система сходящихся сил
10. Методы нахождения центра тяжести

3.2. Типовые задания для промежуточной аттестации

Примерный перечень экзаменационных вопросов

Вопросы

1. Какие аксиомы лежат в основе статики?
2. Какие тела называются свободными и несвободными?
3. Какие типы связей вы знаете?

Критерии оценивания для экзамена:

«Отлично» - заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

«Хорошо» - заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

«Удовлетворительно» - заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

«Неудовлетворительно» - выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«АРКТИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**
(ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ)
Октемский филиал
Кафедра механизации сельскохозяйственного производства

**Комплект материалов
для проведения контрольных работ**

ОП.05 Техническая механика

наименование учебной дисциплины

35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования

код, наименование специальности/профессии

Октябрь, 2023

Задания для контрольной работы

Тест № 1

1. Величина, которая не является скаляром?

1. Перемещение.
2. Потенциальная энергия.
3. Время.
4. Мощность.

2. Дифференциальное уравнение вращательного движения тела можно записать:

1. Одной формулой.
2. Трех формулах.
3. Имеет однозначное выражение.
4. Двух формулах.

3. Что называется чугуном?

1. Сплав железа с углеродом с содержанием углерода от 2,14 до 6,67%.
2. Сплав железа с серой и фосфором.
3. Сплав железа с марганцем.
4. Сплав железа с алюминием.

4. Какую из перечисленных резьб следует применить в винтовом домкрате?

1. Метрическую (треугольную).
2. Круглую.
3. Трапецеидальную.
4. Упорную.

5. К какому виду механических передач относятся цепные передачи?

1. Трением с промежуточной гибкой связью.
2. Зацеплением с промежуточной гибкой связью.
3. Трением с непосредственным касанием рабочих тел.
4. Зацеплением с непосредственным касанием рабочих тел.

Тест № 2

1. Сила трения между поверхностями:

1. Зависит от нормальной реакции и коэффициента трения.
2. Меньшая чем нормальная реакция.
3. Равняется нормальной реакции в точке контакта.
4. Большая чем нормальная реакция.

2. Приложение к твердому телу совокупности сил, которые уравниваются, приводит к:

1. Смещение равнодействующей.
2. Никаких изменений не происходит.
3. Нарушение равновесия тела.
4. Уравновешение тела.

3. Примеси каких элементов являются вредными в сталях?

1. Mn, Si, S, P.
2. P, S, H, N, O.
3. Si, P, S, H.
4. Mn, Si, Ni, Mo.

4. Полная высота зуба в нормальном (нарезанном без смещения) зубчатом колесе равна 9 мм. Чему равен модуль?

1. 2 мм;
2. 2,5 мм;
3. 3 мм;
4. 4 мм.

Тест № 3

1. Добавление к существующей системе сил совокупности сил, которые уравниваются, приводит к:

1. Никаких изменений не происходит.
2. Смещение равнодействующей.
3. Нарушение равновесия системы.
4. Уравновешенность системы.

2. Угловое ускорение - это:

1. Изменение скорости точки за единицу времени.
2. Изменение пути за единицу времени.
3. Изменение угловой скорости за единицу времени.
4. Изменение угла поворота за единицу времени.

3. Что называется сталью?

1. Сплав железа с серой и фосфором.
2. Сплав железа с углеродом с содержанием углерода до 2,14%.
3. Сплав железа с марганцем.
4. Сплав железа с алюминием.

4. Какую стандартную метрическую резьбу нужно назначить для соединения?

1. M14.
2. M16.
3. M18.
4. M20.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«АРКТИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**
(ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ)
Октемский филиал
Кафедра механизации сельскохозяйственного производства

**Комплект материалов
для проведения практических занятий**

ОП.05 Техническая механика

наименование учебной дисциплины

35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования

код, наименование специальности/профессии

Октемцы, 2023

Практическая работа № 1.

Определение реакций опор балки на двух опорах.

Тема: Статика. Плоская система произвольно расположенных сил.

Цель работы: Научиться определять реакции опор балки установленной на двух опорах.

Задание: Определить реакции опор балки на двух опорах. Схему выбрать в соответствии с номером студента по списку в журнале.

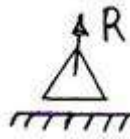
Принять: $P = 4 \text{ кН}$; $M = 2 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $a = 2 \text{ м}$.

Порядок выполнения.

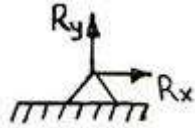
1. Изобразить схему в соответствии с вариантом.

2. Заменить распределенную нагрузку ее равнодействующей $Q=q \cdot l$.

Приложить равнодействующую к балке в центре тяжести соответствующего прямоугольника.



3. Заменить опоры их реакциями. Реакцию шарнирно-подвижной опоры направить перпендикулярно к опорной поверхности.



Реакцию шарнирно-подвижной опоры разложить на две составляющие, направленные по осям координат.

4. Составить расчетную схему балки.

5. Выбрать оси координат и центры моментов.

6. Составить уравнение равновесия: $\sum M_A = 0$; $\sum M_B = 0$; $\sum R_x = 0$.

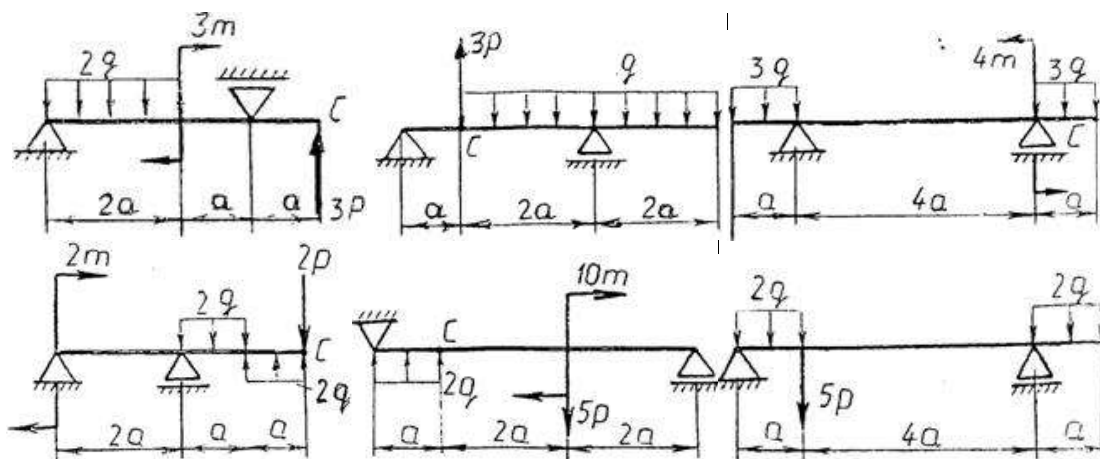
7. Из уравнений равновесия найти неизвестные реакции опор.

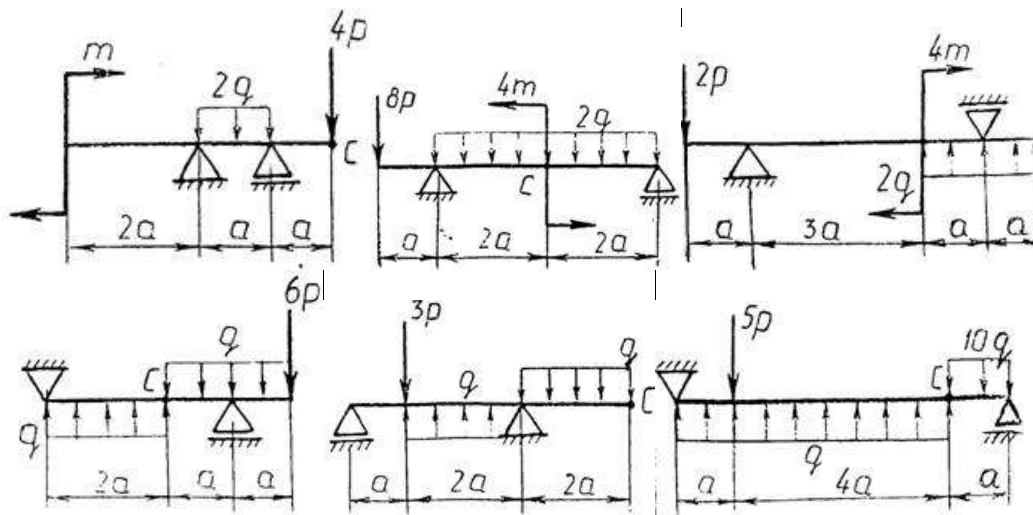
8. Провести проверку правильности решения, составив уравнения $\sum R_y = 0$.

9. Записать ответы.

10. Вывод.

Задания к практической работе № 1





Практическая работа №2. Определение центра тяжести сложной плоской фигуры

Цель работы – определить центр тяжести сложной фигуры аналитическим и опытным путями.

Теоретическое обоснование. Материальные тела состоят из элементарных частиц, положение которых в пространстве определяется их координатами. Силы притяжения каждой частицы к Земле можно считать системой параллельных сил, равнодействующая этих сил называется силой тяжести тела или весом тела. Центр тяжести тела – это точка приложения силы тяжести.

Центр тяжести – это геометрическая точка, которая может быть расположена и вне тела (например, диск с отверстием, полый шар и т.п.). Большое практическое значение имеет определение центра тяжести тонких плоских однородных пластин. Их толщиной обычно можно пренебречь и считать, что центр тяжести расположен в плоскости. Если координатную плоскость xOy совместить с плоскостью фигуры, то положение центра тяжести определяется двумя координатами:

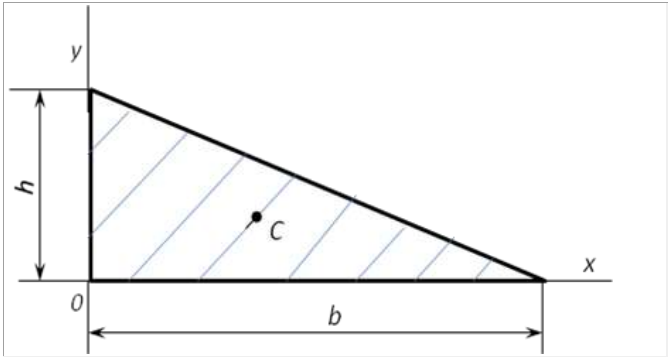
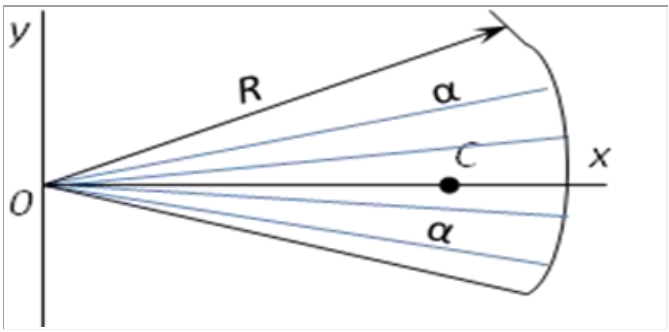
$$x_c = \frac{\sum A_i x_i}{\sum A_i} = \frac{A_1 x_1 + A_2 x_2 + \dots + A_n x_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n};$$

$$y_c = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i} = \frac{A_1 y_1 + A_2 y_2 + \dots + A_n y_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n};$$

где A_i - площадь части фигуры, мм^2 (см^2);

x_i ; y_i – координаты центра тяжести частей фигуры, мм (см).

Сечение фигуры	$A, \text{мм}^2$	$X_c, \text{мм}$	$Y_c, \text{мм}$
	bh	$b/2$	$h/2$

	$bh/2$	$b/3$	$h/3$
	$R^2 \alpha$	$\frac{2}{3} R \cdot \frac{\sin \alpha}{2}$	
При $2\alpha = \pi$ $\pi R^2 / 2$	$\frac{4R}{3\pi}$		

Порядок проведения работы.

1. Начертить фигуру сложной формы, состоящую из 3-4 простых фигур (прямоугольник, треугольник, круг и т.п.) в масштабе 1:1 и проставить ее размеры.
2. Провести оси координат так, чтобы они охватывали всю фигуру, разбить сложную фигуру на простые части, определить площадь и координаты центра тяжести каждой простой фигуры относительно выбранной системы координат.
3. Вычислить координаты центра тяжести всей фигуры аналитически. Вырезать данную фигуру из тонкого картона или фанеры. Просверлить два отверстия, края отверстий должны быть гладкими, а диаметр отверстий несколько больше диаметра иглы для подвешивания фигуры.
4. Подвесить фигуру сначала в одной точке (отверстии), прочертить карандашом линию, совпадающую с нитью отвеса. То же повторить при подвешивании фигуры в другой точке. Центр тяжести фигуры, найденный опытным путем, должны совпадать.

Задание: Определить координаты центра тяжести тонкой однородной пластины аналитически. Проверку произвести опытным путем

Алгоритм решения

1. Аналитический способ.
 - а) Чертеж вычертить в масштабе 1:1.
 - б) Сложную фигуру разбить на простые
 - в) Выбрать и провести оси координат (если фигура симметричная, то – по оси симметрии, в противном случае – по контуру фигуры)
 - г) Вычислить площадь простых фигур и всей фигуры
 - д) Отметить положение центра тяжести каждой простой фигуры на чертеже
 - е) Вычислить координаты центра тяжести каждой фигуры (по оси x и y)
 - ж) Вычислить координаты центра тяжести всей фигуры по формуле
- з) Отметить положение центра тяжести на чертеже C ($x_c; y_c$)
2. Опытное определение.

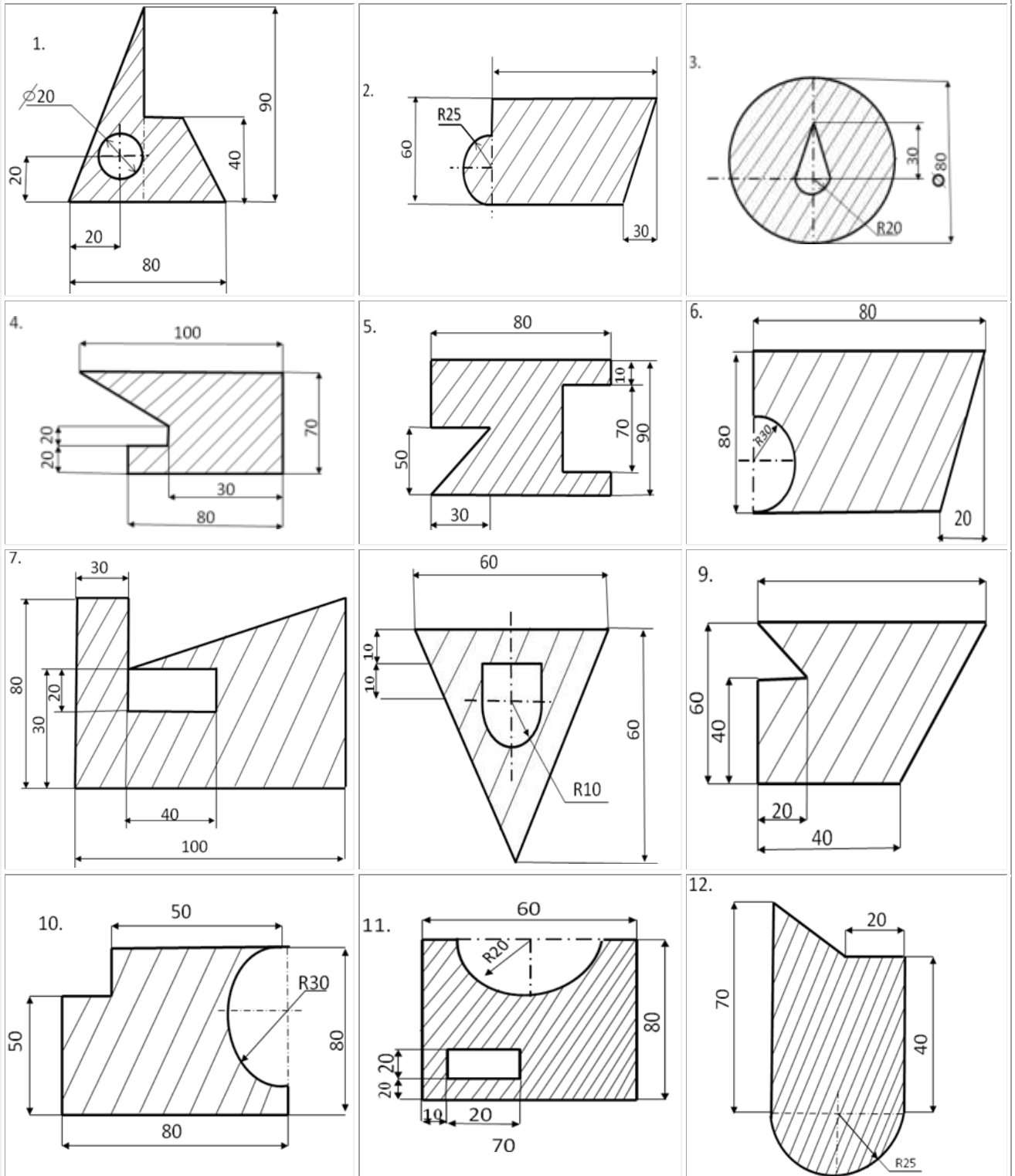
1. Правильность решения задачи проверить опытным путем. Вырезать данную фигуру из тонкого картона или фанеры. Просверлить три отверстия, края отверстий должны быть

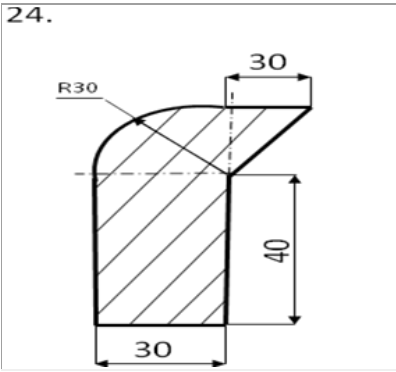
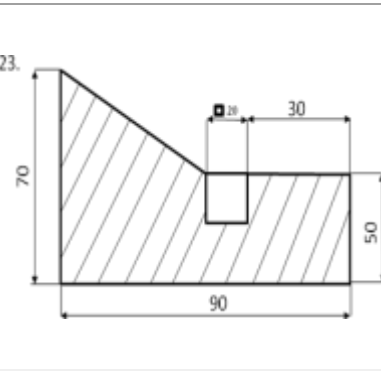
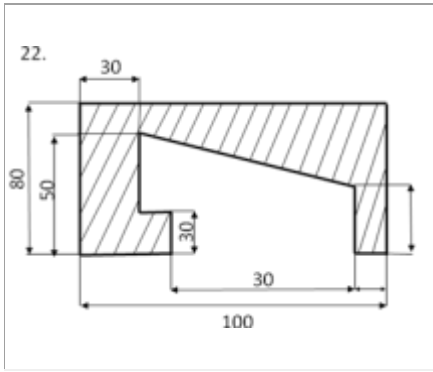
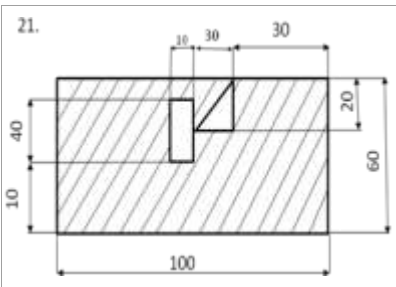
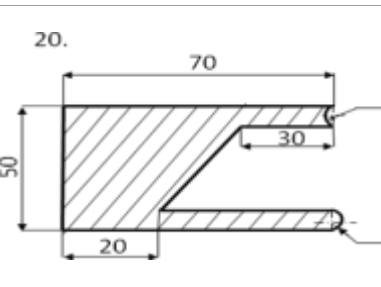
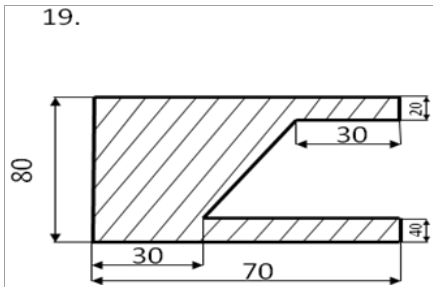
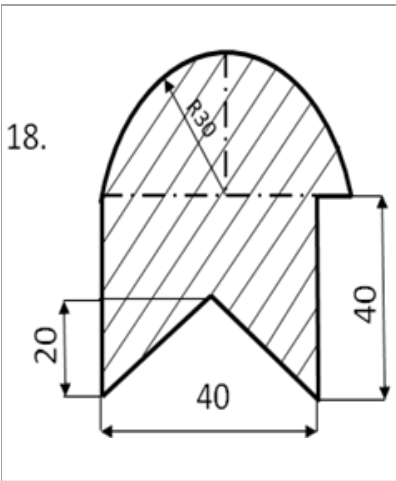
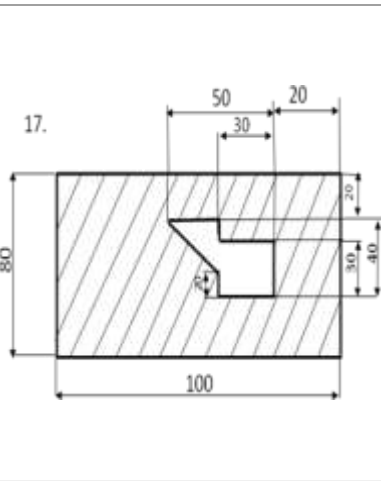
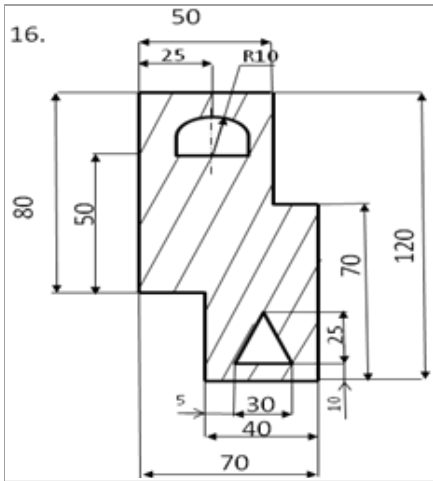
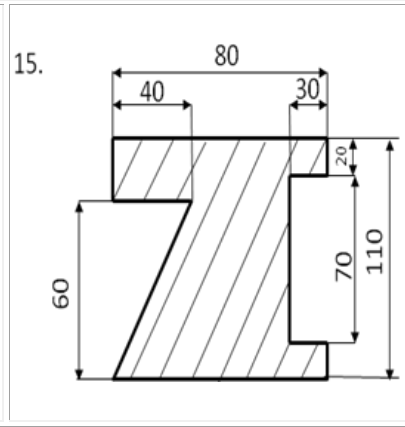
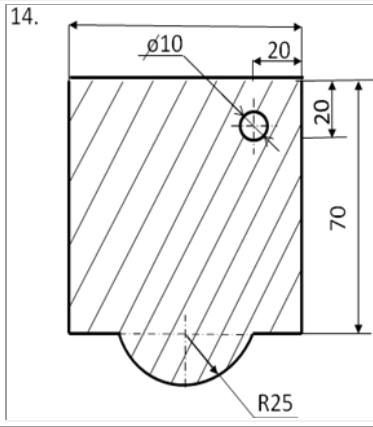
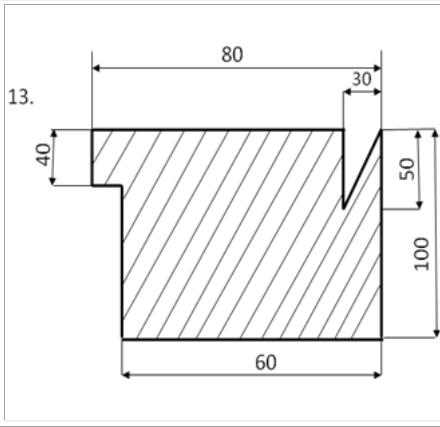
гладкими, а диаметр отверстий несколько больше диаметра иглы для подвешивания фигуры.

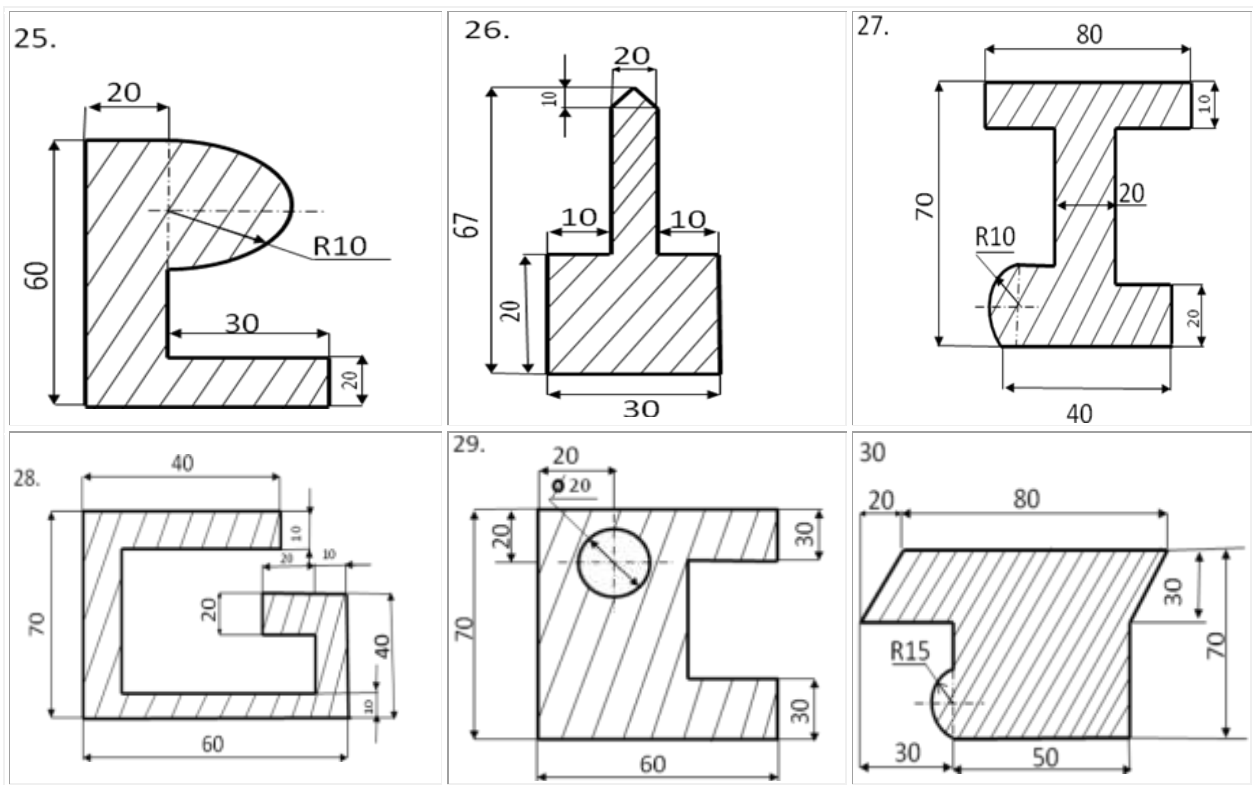
2. Подвесить фигуру сначала в одной точке (отверстии), прочертить карандашом линию, совпадающую с нитью отвеса. То же повторить при подвешивании фигуры в других точках. Значение координат центра тяжести фигуры, найденных при подвешивании фигуры в двух точках: x_c ; y_c . Центр тяжести фигуры, найденный опытным путем, должны совпадать.

3. Заключение о положении центра тяжести при аналитическом и опытным определении.

Задание: Определить центр тяжести плоского сечения аналитическим и опытным путем.



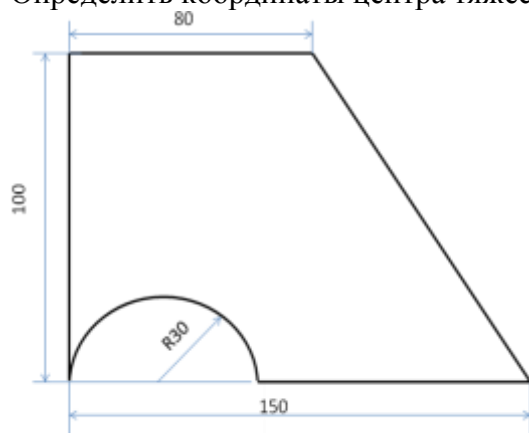




Пример выполнения

Задача

Определить координаты центра тяжести тонкой однородной пластины.

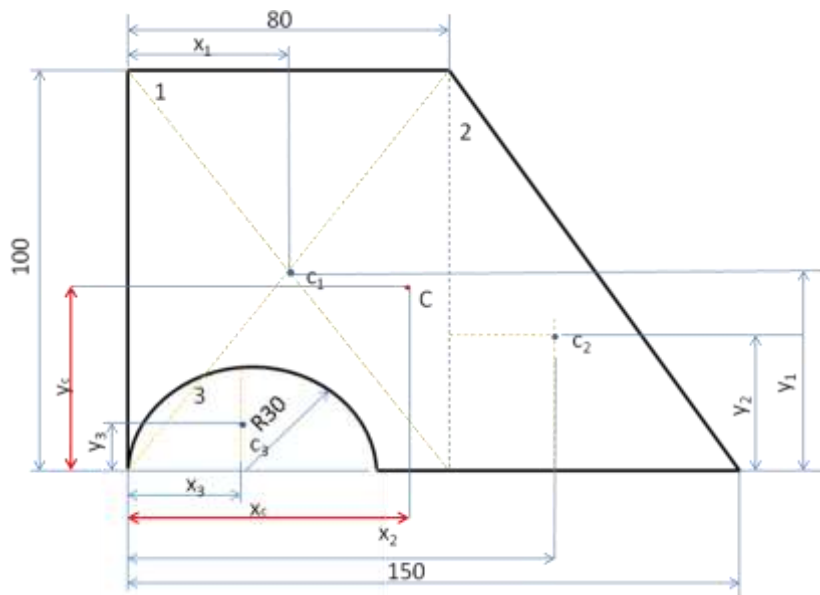


Решение

I Аналитический способ

1. Чертеж вычерчивается в масштабе (размеры обычно даны в мм)
2. Сложную фигуру разбиваем на простые.
 - 1- Прямоугольник
 - 2- Треугольник (прямоугольник)
 - 3- Площадь полуокружности (ее нет, знак минус).

Находим положение центра тяжести простых фигур точек C_1 , C_2 и C_3



3. Проводим оси координат как удобно и отмечаем начало координат т. О.
 4. Вычисляем площади простых фигур и площадь всей фигуры. [размер в см]
 (3. нет, знак -).

$$A_1 = 8 \cdot 10 = 80 \text{ см}^2$$

$$A_2 = \frac{(15 - 8) \cdot 10}{2} = \frac{70}{2} = 35 \text{ см}^2$$

$$A_3 = \frac{-\pi R^2}{2} = -0,5\pi R^2 = -0,5\pi 3^2 = -14,1 \text{ см}^2$$

Площадь всей фигуры

$$A = \sum A = A_1 + A_2 + A_3 = 80 + 35 - 14,1 = 100,9 \text{ см}^2$$

5. Находим координату ц.т. C_1 , C_2 и C_3 на чертеже.

6. Вычисляем координаты точек C_1 , C_2 и C_3

$$x_1 = \frac{8}{2} = 4 \text{ см} \quad x_2 = 8 + \frac{1}{3}(15 - 8) = 10,33 \text{ см} \quad x_3 = R = 3 \text{ см}$$

$$y_1 = \frac{10}{2} = 5 \text{ см} \quad y_2 = \frac{10}{3} = 3,33 \text{ см} \quad y_3 = y_c = \frac{4R}{3\pi} = \frac{4 \cdot 3}{3\pi} = 1,27 \text{ см}$$

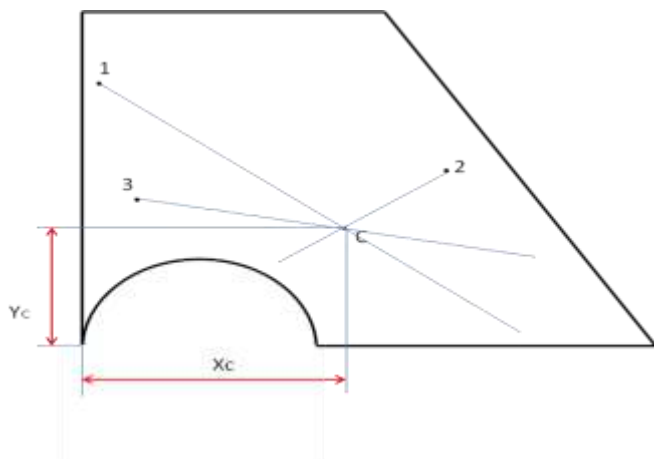
7. Вычисляем координаты точки С

$$x_c = \frac{\sum Ax}{\sum A} = \frac{A_1 x_1 + A_2 x_2 + A_3 x_3}{A} = \frac{80 \cdot 4 + 35 \cdot 10,33 - 14,1 \cdot 3}{100,9} = 6,34 \text{ см}$$

$$y_c = \frac{\sum A \cdot y}{\sum A} = \frac{A_1 y_1 + A_2 y_2 + A_3 y_3}{A} = \frac{80 \cdot 5 + 35 \cdot 3,33 - 14,1 \cdot 1,27}{100,9} = 4,94 \text{ см}$$

8. На чертеже отмечаем точку $C(6,34; 4,94)$

II Опытным путем



Координаты центра тяжести опытным путем $C(6,2; 4,6)$.

Практическая работа №3.

Построение эпюр внутренних сил, напряжений. Расчеты на прочность при растяжении и сжатии.

Построение эпюр внутренних сил, напряжений.

Цель работы: Закрепить теоретические знания и умения строить эпюры и выполнять расчёты на прочность при растяжении и сжатии

Задание.

Для стального бруса круглого поперечного сечения диаметром D требуется:

- 1) построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений;
- 2) проверить прочность стержня, если $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$. Данные своего варианта взять из таблицы.

Порядок выполнения работы:

1. Изобразить расчётную схему.
2. Разделить брус на участки нагружения, границы которых находятся в точках приложения сил.
3. Определить продольные силы на участках бруса, используя метод сечений.
4. Провести нулевую линию параллельно оси бруса.
5. Найденные величины продольных сил отложить в масштабе в виде ординат, перпендикулярных оси бруса (положительные значения вверх от нулевой линии, отрицательные вниз). Через концы ординат провести линии параллельно оси бруса; поставить знаки и заштриховать эпюру параллельно ординатам.
6. Разделить брус на участки нагружения для построения эпюры нормальных напряжений, с учётом площади поперечного сечения бруса.
7. Найти значение нормальных напряжений для каждого участка нагружения.
8. Построить эпюру нормальных напряжений по найденным значениям.
9. Определить опасный участок.
10. Сравнить расчётное напряжение с допустимым напряжением.
11. Сделать вывод о прочности бруса.

Пример расчета:

Для стального ступенчатого бруса нагруженного осевыми внешними силами $F_1 = 25 \text{ кН}$ и $F_2 = 60 \text{ кН}$ при площадях поперечных сечений $A_1 = 500 \text{ см}^2$, $A_2 = 1000 \text{ см}^2$ определить продольные силы и напряжения. Построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений. Проверьте прочность бруса, если $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$

Решение:

1. Два участка нагружения для продольной силы:
участок 1: $N_1 = + 25 \text{ кН}$; растянут;

участок 2: $25 - 60 + N_2 = 0$; $N_2 = -35$ кН; сжат.

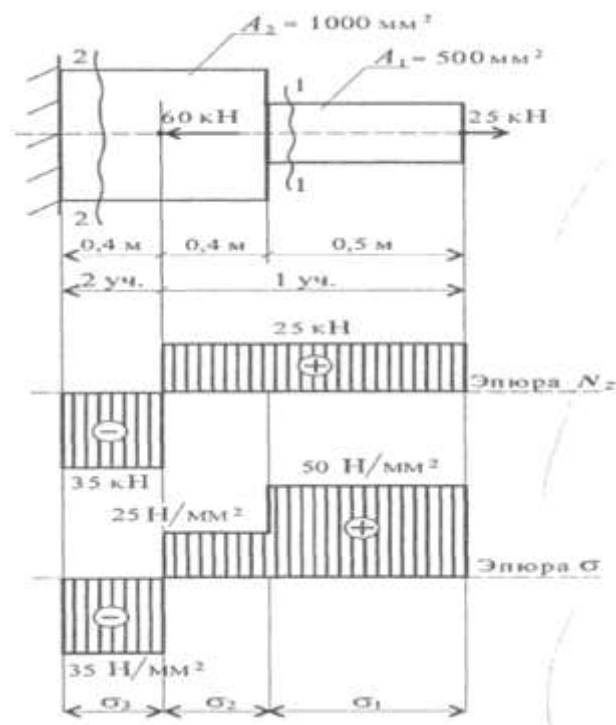
2. Три участка нагружения по напряжениям:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{25 \cdot 10^3}{500} = 50 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_1}{A_2} = \frac{25 \cdot 10^3}{1000} = 25 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

$$\sigma_3 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{-35 \cdot 10^3}{1000} = -35 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

3. На опасном участке напряжение $50 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < [160 \text{ МПа}]$, значит прочность бруса обеспечена.



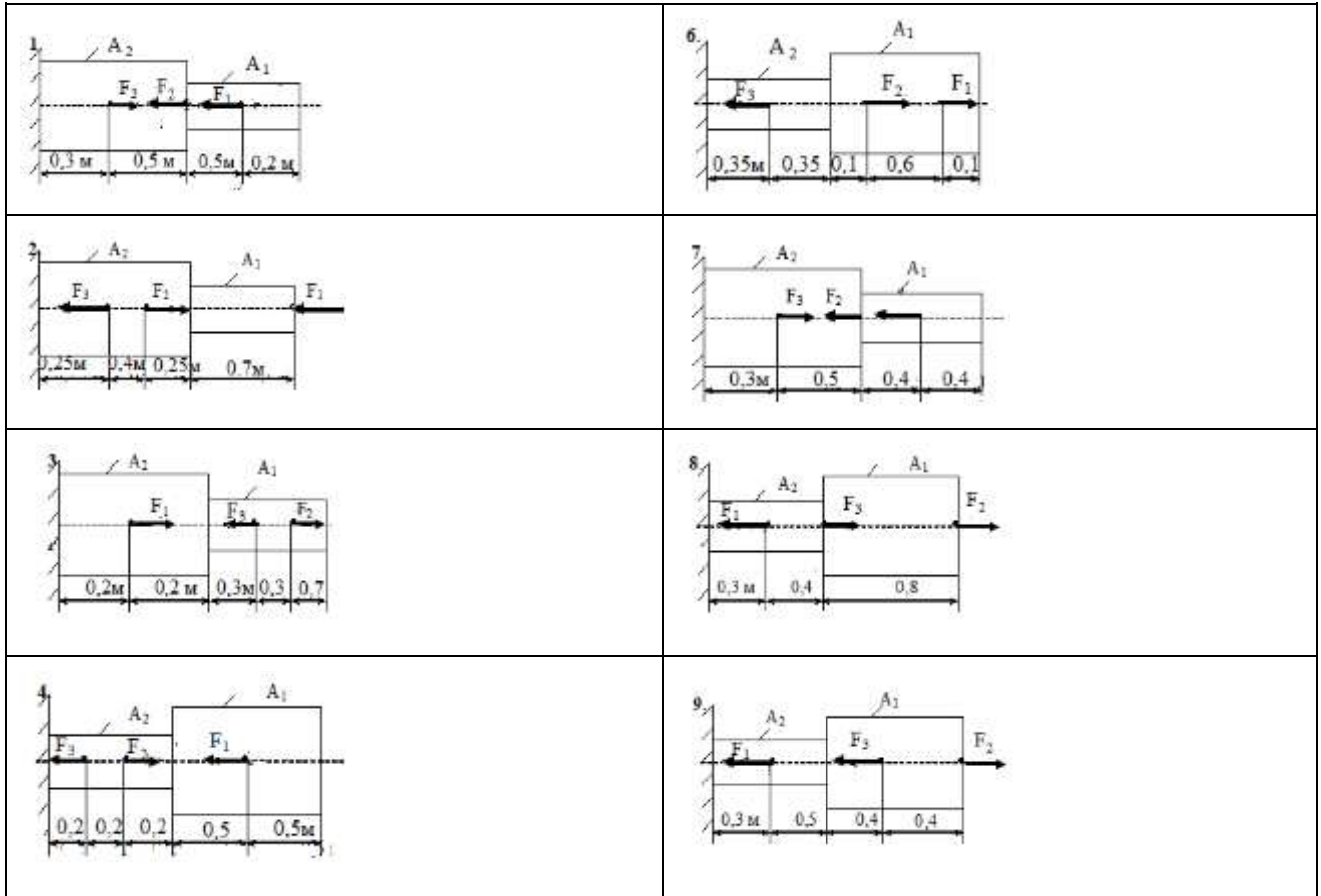
Расчет на прочность при растяжении и сжатии.

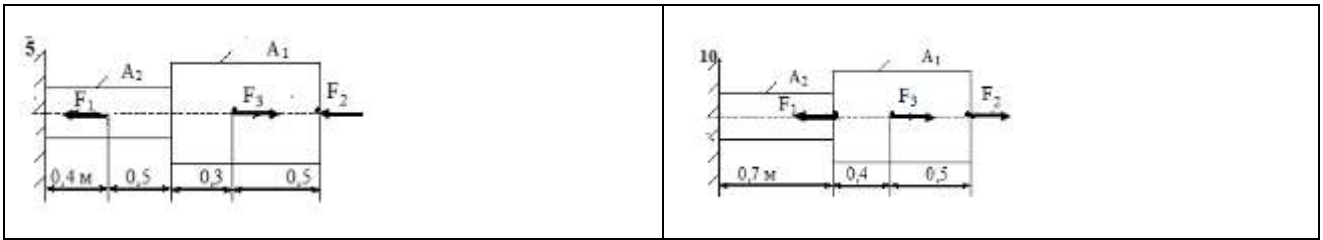
Цель: Для заданного ступенчатого бруса построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений, определить удлинение (укорочение) бруса, выполнить проверочный расчет по прочности.

Задача. Стальной двухступенчатый брус, длины ступеней которого указаны на рис. 1 (схемы 1-10), нагружен силами F_1 , F_2 и F_3 . Построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений по длине бруса. Определить перемещение свободного конца бруса, приняв $E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$. Числовые значения сил F_1 , F_2 и F_3 , площади поперечных сечений ступеней A_1 и A_2 для своего варианта взять из таблицы.

Вариант	№ схемы	F_1	F_2	F_3	A_1	A_2	Вариант	№ схемы	F_1	F_2	F_3	A_1	A_2
		кН			см ²				кН			см ²	
1	2	20	8	14	1,2	1,8	18	10	19	11	34	1,3	0,9
2	3	16	25	28	1,2	1,8	19	9	31	46	20	1,9	2,5
3	4	26	9	10	1,9	1,6	20	2	18	10	15	1,2	1,8

4	6	28	22	12	2,8	2,6	21	1	16	15	10	1,1	1,8
5	5	14	16	10	2,1	1,9	22	4	24	10	8	2,0	0,7
6	8	10	12	13	0,9	0,7	23	3	15	24	29	1,3	2,9
7	7	17	13	6	1,1	1,5	24	6	26	20	10	2,6	2,2
8	10	29	2	54	1,9	1,4	25	5	20	18	12	2,5	2,2
9	9	40	55	24	2,8	3,4	26	8	9	11	12	1,9	0,8
10	2	15	5	13	1,0	1,2	27	7	14	10	6	1,1	1,3
11	1	30	10	5	1,8	2,6	28	10	30	4	56	2,0	1,5
12	3	8	13	14,5	0,6	1,2	29	9	25	41	18	1,6	2,1
13	4	16	6	2	1,0	0,7	30	2	11	6	12	0,8	1,2
14	6	19	14	4	2,4	2,1	31	1	17	13	8	1,0	2,1
15	5	17	19	13	2,4	2,1	32	3	18	25	7	1,5	3,2
16	8	17	19	20	1,6	1,4	33	4	32	17	2	3,0	1,5
17	7	20	17	10	1,3	1,9	34	5	19	8	22	2,1	1,8



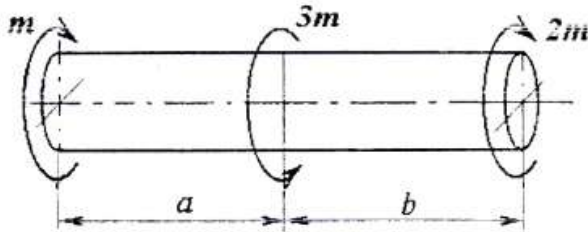


Практическая работа №4.

Построение эпюр крутящих моментов, напряжений. Расчеты на прочность и жесткость при кручении.

Задача

Построить эпюру крутящих моментов для следующей расчетной схемы вала:



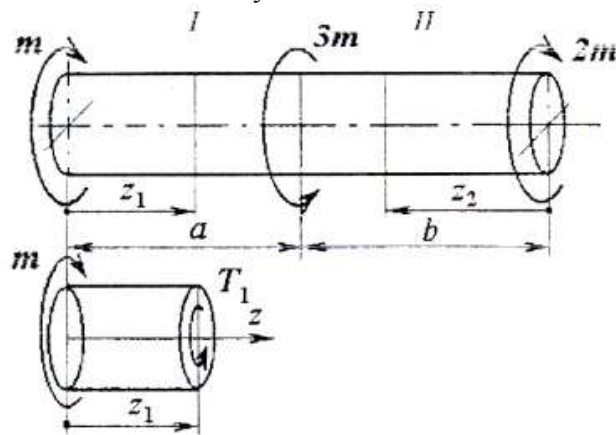
Решение

Посмотреть теорию по теме «Кручение».

На рассматриваемом валу можно выделить два силовых участка.

Границами участков являются сечения, в которых приложены скручивающие моменты.

Используя метод сечений и правило знаков при кручении, определяем величины крутящих моментов на I и II участках:



$$T_1 = \overset{\text{лев}}{\sum} m_i = m.$$

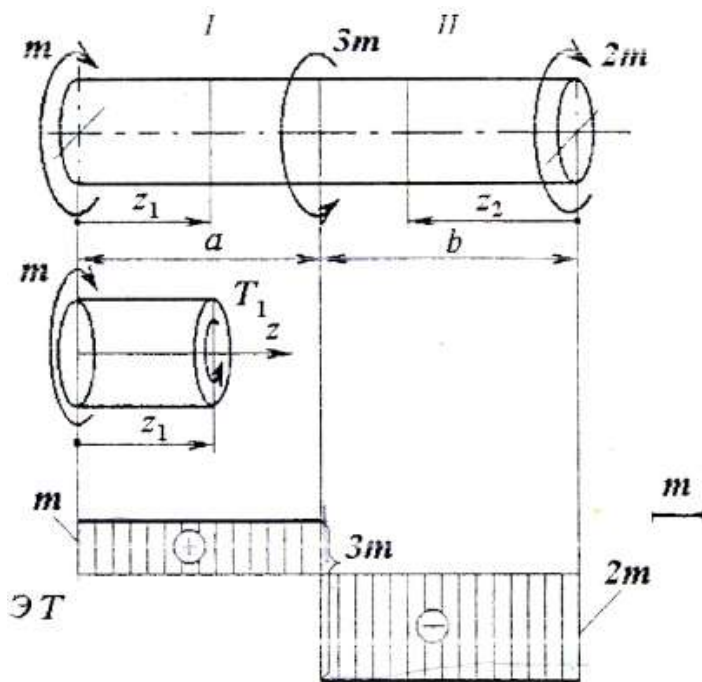
$$T_2 = \overset{\text{лев}}{\sum} m_i = m - 3m = -2m.$$

Следует отметить, что значения крутящего момента не зависят от того, правую или левую от проведенного сечения часть вала мы рассматриваем.

Например, для второго участка, рассматривая правую от сечения часть вала, получим:

$$T_2 = \overset{\text{прав}}{\sum} m_i = -2m.$$

По полученным значениям строится эпюра крутящих моментов:



Если к валу приложены только сосредоточенные скручивающие моменты, эпюра крутящего момента в пределах каждого участка вычерчивается прямыми, параллельными базовой линии. В тех сечениях, где к валу приложены крутящие моменты m_i , на эпюре T имеют место скачки, по модулю равные величине моментов m_i .

Расчеты на прочность и жесткость при кручении

Прочность при кручении считают обеспеченной, если в опасном сечении максимальное касательное напряжение не превышает допустимого, т.е. *условие прочности* выглядит следующим образом: $\tau_{\max} < [\tau]$.

Допускаемое касательное напряжение при кручении (чистом сдвиге) $[\tau]$ выбирают в зависимости от допускаемого для данного материала нормального напряжения при растяжении $[\sigma_p]$. Для стержня из пластичного материала $[\tau] = (0,55 \dots 0,60)[\sigma_p]$.

При проектировании валов, когда помимо крутящих моментов возникают изгибающие моменты, допускаемые касательные напряжения задают меньшими по значению. Для валов из конструкционных сталей обычно принимают $[\tau] = 20 \dots 50$ МПа.

Условие прочности при кручении, как и при любом виде нагружения, позволяет выполнять три вида расчетов: проверочный расчет спроектированного стержня (вала); проектный расчет — определение размеров поперечного сечения стержня; расчет допускаемого значения внешних вращающих моментов.

В некоторых случаях работоспособность вала определяется не только его прочностью, но и жесткостью. *Условие жесткости* записывают в виде $[\phi_0] < [\phi_0]_{\text{доп}}$, где ϕ_0 — относительный угол закручивания вала (единица измерения — рад/м); $[\phi_0]$ — допускаемый относительный угол закручивания. Если допускаемый угол закручивания задан в градусах на метр, его переводят в радианы на метр, умножив на $1/180^\circ$ рад. В зависимости от назначения вала принимают $[\phi_0] = 0,25 \dots 1,00$ град/м — $(4,4 \dots 17,5) \cdot 10^{-3}$ рад/м.

При кручении стержня круглого поперечного сечения напряжения распределяются по поперечному сечению неравномерно. Во всех точках сечения, кроме точек на его контуре, напряжения ниже допустимых, и следовательно, большая часть сечения недогружена. Поэтому в целях экономии металла и снижения массы машин широко применяют валы кольцевого поперечного сечения, у которых удалена малонагруженная центральная часть.

Пример 1. Проверить прочность и жесткость стального вала, работающего на кручение. Схема нагружения и размеры вала представлены на рис. 1, а. Принять $[\tau] = 35$ МПа, $[\phi_0] = 0,6$ град/м.

Сечение вала постоянно по всей его длине, поэтому опасным будет то сечение, в котором возникнет наибольший крутящий момент. Найдем его, построив эпюру крутящего момента M . (рис 6.17, б). Опасными будут все сечения участка нагружения III, где $M_{\text{max}} = 750$ Н м.

Максимальное напряжение в опасном сечении с учетом того, что полярный момент сопротивления для круга равен $I_p \sim 0,2c^3$, оказывается равным

$$\tau_{\text{max}} = \frac{M_{\text{max}}}{I_p} \cdot c = \frac{750}{0,2 \cdot 0,05^3} = 30 \cdot 10^6 \text{ Па} = 30 \text{ МПа}$$

Поскольку $\tau_{\text{max}} = 30$ МПа не превышает $[\tau] = 35$ МПа, условие прочности $\tau_{\text{max}} < [\tau]$ соблюдено.

Проверим соблюдение условия жесткости:

Φ_{max} [φ]-

Наиболее нагружен участок III, поэтому проверим его жесткость по условию жесткости (6.26) с учетом того, что для круга $I_p \sim 0,1 c^4$:

Φ_{max}

$$\frac{M_{z \text{ max}}}{0,1 d^4 G} = \frac{750}{0,8 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot 0,1 \cdot 0,05^4}$$

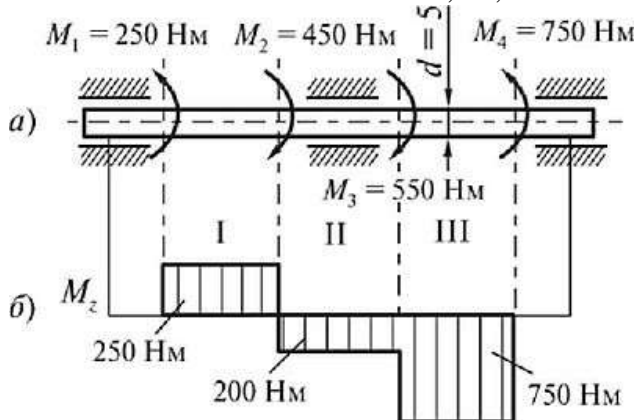


Рис. 1. Кручение вала: а — расчетная схема; б — эпюра крутящих моментов $\Phi_{\text{max}} = 1,5 \cdot 10^{-2}$ рад/м.

Для сравнения Φ_{max} с $[\Phi_0]$ выразим $1\Phi_0$ в радианах на метр: $[\Phi_0] = 0,6$ [град/м] = [рад/м] = $1,05 \cdot 10^{-2}$ [рад/м].

Сравнивая $\Phi_{\text{max}} = 1,5 \cdot 10^{-2}$ рад/м с $[\Phi_0] = 1,05 \cdot 10^{-2}$ рад/м, убеждаемся, что условие жесткости не соблюдается, следовательно, жесткость вала недостаточна.

Пример 2. Из условия прочности на кручение определить диаметр вала, передающего мощность $P = 52$ кВт и вращающегося с постоянной угловой скоростью $\omega = 20$ рад/с. Расчет произвести для двух случаев: 1) вал сплошного сечения; 2) вал кольцевого сечения $c = 0,8$.

Сравнить силы тяжести сплошного и полого валов. Принять $[\tau] = 60$ МПа.

Найдем передаваемый вращающий момент:

$$M_z = \frac{P}{\omega} = \frac{52000}{20} = 2600 \text{ Нм}$$

Крутящий момент в сечении вала равен внешнему моменту:

$$M_z = M_{\text{вр}} = 2600 \text{ Н м}$$

Определим диаметр сплошного вала из условия прочности (6.25), учитывая, что для круга $I_p \sim 0,2c^3$:

$$\tau_{\text{max}} = \frac{M_z}{0,2 d^3} \leq [\tau]$$

откуда

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_z}{0,2 [\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{2600}{0,2 \cdot 60 \cdot 10^6}} = 65 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 65 \text{ мм}$$

Наружный диаметр вала кольцевого сечения также найдем из условия прочности, учитывая, что для кольцевого сечения

$$J_p = 0,1 M_k^3 (1 - c^4)$$

тах

$$\frac{M_z}{0,2d_k^3(1-c^4)} \leq [\tau],$$

откуда

$$0,2(1-c^4)[\tau] = 3 \cdot 2600 = 72 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 72 \text{ мм}, 0,2(1-0,8^4) \cdot 60 \cdot 10^6$$

Вес вала пропорционален площади его поперечного сечения, следовательно,

$$\begin{aligned} G_k/G_c &= A_k/A_c = \frac{\pi(d_k^2 - d_0^2)/4}{\pi d^2/4} = \\ &= \frac{\pi d_k^3 \left(1 - \frac{d_0^2}{d_k^2}\right)/4}{\pi d^2/4} = \frac{d_k^2(1-c^2)}{d^2}, \end{aligned}$$

где G_k, G_c — силы тяжести валов соответственно кольцевого и сплошного сечения; A_k, A_c — площади их сечений.

Подставляя численные значения, получаем

$$G_k/G_c = \frac{0,8^2}{65^2},$$

откуда

$$G_k = 0,44 G_c.$$

Таким образом, вес вала кольцевого сечения при равной прочности составляет 44% от веса вала сплошного сечения.

Пример 3. Вал сплошного круглого сечения диаметром $d = 40$ мм предполагается заменить валом кольцевого сечения той же массы и длины с отношением диаметров $c = (d_0/d) = 0,6$.

Определить, как при условии равной прочности валов изменится допускаемая мощность, передаваемая этими валами. Частота вращения валов $n = 100 \text{ мин}^{-1}$, допускаемое напряжение $[\tau] = 40 \text{ МПа}$.

Из условия равенства площадей поперечных сечений валов при одинаковой массе и длине

$$d \sim d_0^2$$

определяем размеры кольцевого сечения:

$$d_k = \frac{d}{\sqrt{1-c^2}} = \frac{40}{\sqrt{1-0,6^2}} = 50 \text{ мм};$$

$$d_0 = c \cdot d_k = 0,6 \cdot 50 = 30 \text{ мм}.$$

Из условия прочности находим допускаемый для валов крутящий момент и допускаемую передаваемую валом мощность.

Для вала сплошного сечения

$$[M] = \frac{[\tau] \cdot J}{l} = \frac{40 \cdot 10^6 \cdot 3,14 \cdot 10^{-8}}{1} = 502,4 \text{ Н·м}.$$

$$[N] = \frac{[M] \cdot n}{9550} = \frac{502,4 \cdot 100}{9550} = 5,258 \text{ кВт}.$$

Для вала кольцевого сечения

$$[M] = [M_k] = [\tau] J_k,$$

$$[\tau] \frac{\pi d_k^3 (1-c^4)}{16} = \frac{3,14 \cdot 0,05^3 (1-0,6^4)}{16}$$

$$= 981,25 \text{ Н·м},$$

$$= 10270,4 \text{ Вт} = 10,27 \text{ кВт}.$$

$$\frac{[M_k]}{[M]} = \frac{981,25}{502,4} = 1,95$$

Замена сплошного вала валом кольцевого сечения той же массы позволит увеличить передаваемую валом мощность в 1,95 раза.

Практическая работа №5. Расчет сжатых стержней на устойчивость.

При продольном изгибе центрально сжатый стержень теряет несущую способность, когда напряжения в его поперечных сечениях становятся равными критическим. Поэтому необходимо ввести в расчет коэффициент запаса устойчивости n_y по отношению к критическим напряжениям, с помощью которого определяется допускаемое напряжение при расчете на устойчивость:

$$[\sigma_y] = \frac{\sigma_{кр}}{n_y}.$$

Условие устойчивости по методу допускаемых напряжений для центрально сжатого стержня записывается в виде, аналогичном условию прочности:

$$\sigma = \frac{P}{F} \leq [\sigma_y].$$

Коэффициент запаса устойчивости принимается несколько большим основного коэффициента запаса прочности, который для пластичных и хрупких материалов соответственно равен

$$n_T = \frac{\sigma_T}{[\sigma]}; \quad n_B = \frac{\sigma_B}{[\sigma]}.$$

Это объясняется невозможностью точного учета случайных факторов, снижающих величину критической силы. К ним относятся некоторое неизбежное на практике внецентренное приложение сжимающей силы (случайные эксцентриситеты) и малая начальная кривизна стержня, связанные с условиями монтажа и технологией изготовления реальных конструкций. Эти факторы в расчетах на прочность существенного значения не имеют.

Допускаемое напряжение при расчете на устойчивость можно принять равным некоторой доле от допускаемого напряжения при центральном сжатии:

$$[\sigma_y] = \varphi[\sigma].$$

Коэффициент (φ , всегда меньше единицы, называется коэффициентом уменьшения допускаемого напряжения при продольном изгибе или коэффициентом продольного изгиба. Он зависит от свойств материала и гибкости стержня. Подставляя в формулу

$[\sigma_y] = \varphi[\sigma]$, значения $[\sigma_y]$ и $[\sigma]$ из (13.26) и (13.28), получим выражения для φ для пластичного и хрупкого материалов:

$$\varphi = \frac{\sigma_{кр} n_T}{\sigma_T n_y}; \quad \varphi = \frac{\sigma_{кр} n_B}{\sigma_B n_y}.$$

Коэффициенты запаса прочности n_m и n_b представляют собой постоянные величины, а коэффициент запаса устойчивости принимается зависящим от величины гибкости X во всем рабочем диапазоне изменения этой величины. Как показали исследования, проведенные А.Р.

Ржаницыным с использованием методов математической статистики, на величины n_y и φ (при малых значениях гибкости наибольшее влияние оказывают случайные эксцентриситеты приложения сжимающей силы, а при больших гибкостях — начальные искривления оси стержня).

Величины коэффициента φ в зависимости от гибкости X для различных материалов приводятся в виде таблиц в нормах проектирования. В таблице приведены значения коэффициента φ для стали марки ВСтЗ, чугуна и дерева. Условие устойчивости при расчете по методу допускаемых напряжений с учетом записывается в виде

$$\sigma = \frac{P}{F} \leq \varphi[\sigma].$$

В аналогичном виде может быть представлено условие устойчивости при расчете по методу предельных состояний:

$$\sigma = \frac{P}{F} \leq \varphi \gamma_c R,$$

причем в этом случае коэффициент продольного изгиба ср называют также коэффициентом уменьшения расчетного сопротивления при продольном изгибе.

При расчете сжатых стержней на устойчивость решаются следующие задачи: 1) проверочный расчет на устойчивость; 2) подбор сечения; 3) определение несущей способности, то есть величины допускаемой нагрузки из условия устойчивости.

Рассмотрим решение этих задач на числовых примерах.

Пример 1. Проверим устойчивость стальной колонны двутаврового сечения 120а, нагруженной расчетной сжимающей силой $P = 350$ кН (рис.1). Определим критическую силу, критические напряжения и наибольшую допустимую величину нагрузки из условия устойчивости по методу предельных состояний. Материал колонны — сталь марки ВСт3 с расчетным сопротивлением $R = 210$ МПа, $\gamma_c = 1$.

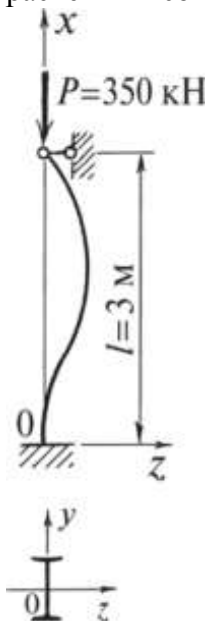


Рис. 1

Так как опорные закрепления стержня в двух главных плоскостях инерции Oxy и Oxz одинаковы, то его потеря устойчивости возможна в плоскости наибольшей гибкости Oxz . Поэтому выписываем из сортамента наименьшие значения момента инерции J — 155 см⁴, радиуса инерции $i = 2,32$ см и площадь сечения F — $28,9$ см².

При заданных опорных закреплениях приведенная длина стержня равна $l_0 = \mu l = 0,7 \cdot 300 = 210$ см.

По формуле находим гибкость стержня — соответствующее значение коэффициента продольного изгиба:

$$\lambda = \frac{l_0}{i_y} = \frac{210}{2,32} = 90; \quad \varphi = 0,665.$$

По формуле производим проверку устойчивости:

$$\sigma = \frac{P}{F} = \frac{350}{28,9} = 12,11 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 121,1 \text{ МПа} < \varphi \gamma_c R = 139,6 \text{ МПа}.$$

Условие устойчивости выполняется.

Из условия устойчивости (13.32) находим наибольшую допустимую величину расчетной нагрузки

$$P_{\text{нб}} = \varphi \gamma_c R F = 0,665 \cdot 1,0 \cdot 21 \cdot 28,9 = 403,6 \text{ кН.}$$

Гибкость X	Сталь с расчетным сопротивлением по пределу текучести 7?, МПа							Чугун мар- ки СЧ	Дерево (сосна)
	200	240	280	320	360	400	440		
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	0,988	0,987	0,985	0,984	0,983	0,982	0,981	0,970	0,992
20	0,967	0,962	0,959	0,955	0,952	0,949	0,946	0,910	0,968
30	0,939	0,931	0,924	0,917	0,911	0,905	0,900	0,810	0,928
40	0,906	0,894	0,883	0,873	0,863	0,854	0,846	0,690	0,872
50	0,869	0,852	0,836	0,822	0,809	0,796	0,785	0,570	0,800
60	0,827	0,805	0,785	0,766	0,749	0,721	0,696	0,440	0,712
70	0,782	0,754	0,724	0,687	0,654	0,623	0,595	0,340	0,612
80	0,734	0,686	0,641	0,602	0,566	0,532	0,501	0,260	0,469
90	0,665	0,612	0,565	0,522	0,483	0,447	0,413	0,200	0,370
100	0,599	0,542	0,493	0,448	0,408	0,369	0,335	0,160	0,300
110	0,537	0,478	0,427	0,381	0,338	0,306	0,280	—	0,248
120	0,479	0,419	0,366	0,321	0,287	0,260	0,237	—	0,208
130	0,425	0,364	0,313	0,276	0,247	0,223	0,204	—	0,178
140	0,376	0,315	0,272	0,240	0,215	0,195	0,178	—	0,153
150	0,328	0,276	0,239	0,211	0,189	0,171	0,157	—	0,133
160	0,290	0,244	0,212	0,187	0,167	0,152	0,139	—	0,117
170	0,259	0,218	0,189	0,167	0,150	0,136	0,125	—	0,104
180	0,233	0,196	0,170	0,150	0,135	0,123	0,112	—	0,093
190	0,210	0,177	0,154	0,136	0,122	0,111	0,102	—	0,083
200	0,191	0,161	0,140	0,124	0,111	0,101	0,093	—	0,075
210	0,174	0,147	0,128	0,113	0,102	0,093	0,085	—	0,068
220	0,160	0,135	0,118	0,104	0,094	0,086	0,077	—	0,062

Полученное значение гибкости $\lambda = 90$ удовлетворяет условию. Поэтому критическое напряжение и критическую силу находим по формуле Тетмайера — Ясинского:

$$\sigma_{\text{кр}} = a - b\lambda = 310 - 1,14 \cdot 90 = 207,4 \text{ МПа;}$$

$$P_{\text{кр}} = \sigma_{\text{кр}} \cdot F = 207,4 \cdot 28,9 = 599,4 \text{ кН.}$$

Пример 2. Подберем сечение раскоса стропильной фермы в виде равнобокого уголка, в котором действует расчетное сжимающее усилие $N = P = 120 \text{ кН}$ (рис. 2). Материал — сталь марки ВСт3, $R = 200 \text{ МПа}$, $\gamma_c = 0,75$, $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

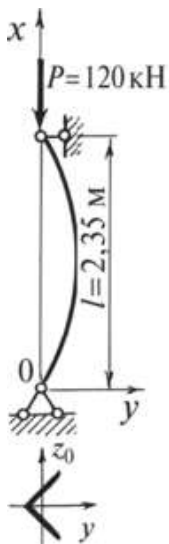


Рис. 2

При практических расчетах ферм обычно вводят предположение, что элементы фермы соединены между собой в узлах с помощью шарниров. При подборе сечения условие устойчивости (13.32) необходимо записать в виде

$$F \geq \frac{P}{\varphi \gamma_c R}.$$

Эта формула содержит две неизвестные величины — площадь поперечного сечения и коэффициент продольного изгиба φ . Поэтому при расчете приходится использовать метод последовательных приближений. Обычно в первом приближении принимают $\varphi_1 = 0,4 + 0,6$ и находят последовательно площадь поперечного сечения F , радиус инерции, гибкость стержня λ и соответствующее ей действительное значение φ . Если величины φ_1 и φ существенно отличаются друг от друга, то во втором приближении принимают

$$\varphi_2 = \frac{\varphi_1 + \varphi_1'}{2}.$$

Последующие приближения делаются аналогично. Расчет можно закончить, когда в n -том приближении величина φ^n будет превышать $\varphi_{\text{д}}$ не более, чем на 3+5%. Если $\varphi^n < \varphi_{\text{д}}$ то условие устойчивости не выполняется.

Первое приближение. Принимаем $\varphi_1 = 0,5$ и находим требуемую площадь поперечного сечения

$$F = \frac{120}{0,5 \cdot 0,75 \cdot 20} = 16,0 \text{ см}^2.$$

По сортаменту принимаем равнобокий уголок I_110 x 8 с площадью $F = 17,2 \text{ см}^2$ и минимальным радиусом инерции $i_{\text{min}} = i_{z_0} = 2,18 \text{ см}$. Гибкость стержня равна

$$\lambda = \frac{l_0}{i_{z_0}} = \frac{1 \cdot 235}{2,18} = 107,8.$$

Используя линейную интерполяцию, по таблицу находим

$$\varphi_1' = 0,599 - \frac{0,599 - 0,537}{10}(107,8 - 100) = 0,551 > \varphi_1 = 0,5.$$

Второе приближение. Принимаем

$$\varphi_2 = \frac{\varphi_1 + \varphi_1'}{2} = \frac{0,5 + 0,551}{2} = 0,526.$$

Требуемая площадь сечения равна

$$F = \frac{120}{0,526 \cdot 15,0} = 15,21 \text{ см}^2.$$

Принимаем сечение

$\angle 110 \times 7$, $F = 15,2 \text{ см}^2$, $i_{z_0} = 2,19 \text{ см}$, $J_{z_0} = 72,7 \text{ см}^4$. ^ Находим

$$\lambda = 235/2,19 = 107,3, \quad \varphi'_2 = 0,554.$$

Так как $\varphi_2 > \text{ср}_2$, то условие устойчивости выполняется. Определим величину погрешности в определении коэффициента (ρ во втором приближении):

$$\frac{\varphi'_2 - \varphi_2}{\varphi_2} \cdot 100\% = \frac{0,554 - 0,526}{0,526} \cdot 100\% \approx 5\%.$$

Поскольку погрешность не превышает допустимой величины, то на этом расчет можно закончить.

В конце расчета убедимся в том, что подобранное сечение удовлетворяет условию устойчивости:

$$\sigma = \frac{P}{F} = \frac{120}{15,2} = 7,89 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 78,9 \text{ МПа} < \varphi'_2 \gamma_c R = 83,1 \text{ МПа}.$$

Условие устойчивости выполняется с небольшим запасом.

Определим критическую силу и критические напряжения. Так как гибкость $X = 107,3 > 100$, то в соответствии с условием применяем формулу Эйлера:

$$P_{\text{сп}} = \frac{\pi^2 EJ_{z_0}}{l_0^2} = \frac{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^4 \cdot 72,7}{235^2} = 272,6 \text{ кН};$$

$$\sigma_{\text{сп}} = \frac{P_{\text{сп}}}{F} = \frac{272,6}{15,2} = 17,93 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 179,3 \text{ МПа}.$$

Пример 3. Деревянная стойка прямоугольного поперечного сечения (рис. 3) жестко закреплена на нижнем конце. Верхний конец может свободно перемещаться в главной плоскости инерции Oxz , а в главной плоскости Oxy имеет шарнирную опору. Материал стойки — сосна. Модуль упругости $E = 10^4 \text{ МПа}$, расчетное сопротивление $R = 13 \text{ МПа}$. Коэффициент условий работы $\gamma_c = 1,0$. Определим критическую силу, критические напряжения и наибольшую допустимую величину расчетной силы P .

Определяем геометрические характеристики поперечного сечения стойки:

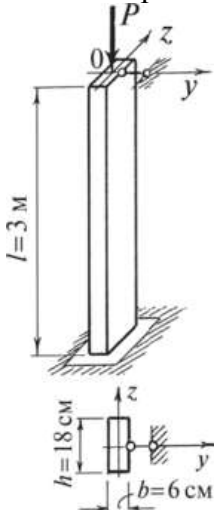


Рис. 3

$$F = bh = 6 \cdot 18 = 108 \text{ см}^2;$$

$$J_y = \frac{6 \cdot 18^3}{12} = 2916 \text{ см}^4; \quad J_z = \frac{18 \cdot 6^3}{12} = 324 \text{ см}^4;$$

$$i_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}} = 5,196 \text{ см}; \quad i_z = \sqrt{\frac{J_z}{F}} = 1,732 \text{ см}.$$

Определяем приведенную длину и гибкость стойки:
в главной плоскости Oxy

$$l_0 = 0,7l = 0,7 \cdot 300 = 210 \text{ см}; \quad \lambda = \frac{l_0}{i_z} = \frac{210}{1,732} = 121,2;$$

в главной плоскости Oxz

$$l_0 = 2l = 2 \cdot 300 = 600 \text{ см}; \quad \lambda = \frac{l_0}{i_y} = \frac{600}{5,196} = 115,5.$$

Таким образом, стойка может потерять устойчивость в плоскости Oxy , в которой гибкость имеет большее значение.

Гибкость $X = 121,2$ больше предельной гибкости $X_l = 70$ для дерева (см. § 13.4). Поэтому критическую силу определяем по формуле Эйлера:

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 EJ_z}{l_0^2} = \frac{\pi^2 \cdot 10^3 \cdot 324}{210^2} = 72,44 \text{ кН};$$

$$\sigma_{кр} = \frac{P_{кр}}{F} = \frac{72,44}{108} = 0,671 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 6,71 \text{ МПа}.$$

Для $X = 121,2$ по табл. 13.1 находим коэффициент продольного изгиба ($\mu = 0,204$). Из условия устойчивости (13.32) определяем наибольшую допустимую величину расчетной силы:

$$P_{нб} = \mu \gamma_c R F = 0,204 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 108 = 28,64 \text{ кН}.$$

Практическая работа №7.

Кинематический расчёт редуктора.

Цель работы:

1. Изучить последовательность выполнения кинематического расчета привода.
2. Ознакомиться с примером кинематического расчета привода.
3. Выполнить кинематический расчет привода для индивидуального задания.

Порядок выполнения кинематического расчета привода. Проектирование машины любого типа начинается с расчета привода, который начинают с выбора двигателя по потребной мощности, кинематической схеме привода и условиям эксплуатации, указанным в задании на разработку машины. Требуемую мощность двигателя определяют на основании исходных данных – рабочих характеристик машины.

Если указана мощность N_p (Вт) на выходном валу привода, то расчетная мощность на входном валу привода определяется по зависимости:

$$N_n = \frac{N_p}{\eta_n}, \quad (1)$$

где η_n - коэффициент полезного действия (КПД) привода, который равен произведению частных КПД элементов привода

$$\eta_n = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_k, \quad (2)$$

где η_i - КПД отдельных звеньев кинематической цепи привода, ориентировочные значения, которых приведены в таблице 1.1.

С учетом расчетной мощности на входном валу привода определяется мощность двигателя привода из условия $N_{дв} \geq N_n$.

Если на выходном валу указаны вращающий момент M_p ($\text{к}\cdot\text{м}$) и его угловая скорость ω_p ($1/\text{с}$), то мощность привода

$$N_n = \frac{M_p \cdot \omega_p}{\eta_n}. \quad (3)$$

Если на выходном валу указаны тяговое усилие P_p (к) и его скорость v_p ($\text{м}/\text{с}$), то мощность на входном валу привода

$$N_n = \frac{P_p \cdot \eta_p}{\eta_n} \quad (4)$$

Таблица 1.1. Средние значения коэффициентов полезного действия элементов привода

Элемент привода	η_i	Элемент привода	η_i
Закрытая зубчатая:	0,97...0,98	Цепная:	0,95...0,97
с цилиндрическими колесами	0,96...0,97	закрытая	0,90...0,95
с коническими колесами	0,92...0,94	открытая	0,96...0,98
Открытая зубчатая:	0,91...0,93	Ременная передача:	0,95...0,97
с цилиндрическими колесами	0,70...0,75	с плоским ремнем	0,99...0,995
с коническими колесами	0,80...0,85	с клиновым и зубчатым	0,99...0,995
Закрытая червячная при числе заходов червяка	0,90...0,95	Подшипники:	0,985...0,995
$z_1 = 1$		качения (одна пара)	
$z_1 = 2$		скольжения (одна пара)	
$z_1 = 4$		Муфта компенсирующая	

В большинстве стационарных машин в качестве двигателя принимается трехфазный асинхронный электродвигатель, характерной особенностью которого является синхронная частота вращения, которая в зависимости от числа пар полюсов $i_p = 1...6$ может быть $n_s = 3000; 1500; 1000; 750; 600; 500$ об/мин. Для обеспечения заданной скорости на выходном валу привода его передаточное отношение

$$u_n = \frac{n_{вых}}{n_p} = \frac{\omega_{вых}}{\omega_p} \quad (5)$$

Передаточное отношение привода равно произведению передаточных отношений всех передач привода:

$$u_n = u_1 \cdot u_2 \cdot \dots \cdot u_i \quad (6)$$

где u_i - передаточное отношение отдельных передач кинематической цепи привода.

Передаточные отношения для различных видов механических передач приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2. Средние значения передаточных отношений механических передач

Передача	Передаточное отношение
Зубчатая:	
с цилиндрическими колесами	3...6
с коническими колесами	2...5
Червячная:	28...80
с однозаходным червяком	14...40
с двухзаходным червяком	7...20
с четырехзаходным червяком	3...6
Цепная	2...4
Ременная	

При кинематическом расчете привода принята нумерация валов начиная от вала приводного двигателя. Для каждого вала определяется мощность, момент и его угловая скорость (частота вращения) с учетом КПД передач и их передаточного отношения.

Мощность на i -том валу привода

$$N_i = N_{i-1} \cdot \eta_{i-1}. \quad (7)$$

Угловая скорость на i -том валу привода

$$\omega_i = \frac{\omega_{i-1}}{u_{i-1}}. \quad (8)$$

Момент i -том валу привода

$$M_i = \frac{N_i}{\omega_i}. \quad (9)$$

1. **Пример расчета.** Определить мощность привода ленточного транспортера, представленного на рис. 1.1. Рассчитать мощность, момент и угловую скорость на каждом валу привода.

Исходные данные. Тяговое усилие на ленте $F_p = 10$ кН, скорость движения ленты $v_p = 1$ м/с. Электродвигатель с синхронной частотой вращения 1500 об/мин. Диаметр приводного барабана транспортера $D_\varepsilon = 800$ мм. Передаточные отношения ременной, зубчатой и цепной передач: $u_1 = 3,45$; $u_2 = 5,6$; $u_3 = 3,25$.

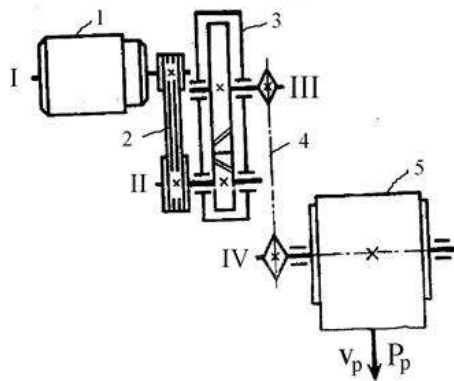


Рис.1.1. Кинематическая схема привода: 1 – двигатель, 2 – клиноременная передача, 3 – закрытая зубчатая передача, 4 – цепная передача, 5 – барабан ленточного конвейера.

РЕШЕНИЕ

1. Принимаем КПД элементов привода по таблице 1.1:

$\eta_1 = 0,97$ - КПД ременной передачи,

$\eta_2 = 0,97$ – КПД зубчатой передачи,

$\eta_3 = 0,92$ – КПД цепной передачи,

$\eta_n = 0,99$ –КПД пары опорных подшипников.

2. Общий КПД привода по формуле (2):

$$\eta_n = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_n^2 = 0,97 \cdot 0,97 \cdot 0,92 \cdot (0,99)^2 = 0,84.$$

3. Частота вращения приводного барабана:

$$n_p = \frac{60 \cdot v_p}{\pi \cdot D_\varepsilon} = \frac{60 \cdot 1}{3,14 \cdot 0,8} = 23,9 \text{ об/мин.}$$

4. Передаточное отношение привода по формуле (5):

$$u_n = \frac{n_{дв}}{n_p} = \frac{1500}{23,9} = 62,8.$$

Проверка передаточного отношения для заданных передаточных отношений передач по формуле (6)

$$u_n = u_1 \cdot u_2 \cdot u_3 = 3,45 \cdot 5,6 \cdot 3,25 = 62,8.$$

5. Расчетная мощность на валу двигателя привода определяется по формуле (1)

$$N_z = \frac{N_p}{\eta_n} = \frac{10000 \cdot 1}{0,84} = 11900 \text{ Вт} = 11,9 \text{ кВт.}$$

6. Угловые скорости, мощности и крутящие моменты на валах привода:

I вал – вал двигателя:

$$\omega_I = \frac{2\pi \cdot n_{дв}}{60} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1500}{60} = 157 \text{ 1/с,}$$

$$N_I = N_z = 11,9 \text{ кВт,}$$

$$M_I = \frac{N_I}{\omega_I} = \frac{11900}{157} = 75,8 \text{ н} \cdot \text{м}$$

II вал – входной вал редуктора:

$$\omega_{II} = \frac{\omega_I}{u_I} = \frac{157}{3,45} = 45,5 \text{ 1/с,}$$

$$N_{II} = N_I \cdot \eta_1 \cdot \eta_n = 11,9 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 11,4 \text{ кВт,}$$

$$M_{II} = \frac{N_{II}}{\omega_{II}} = \frac{11400}{45,5} = 250,5 \text{ н} \cdot \text{м}$$

III вал – выходной вал редуктора:

$$\omega_{III} = \frac{\omega_{II}}{u_{II}} = \frac{45,5}{5,6} = 8,1 \text{ 1/с,}$$

$$N_{III} = N_{II} \cdot \eta_{II} \cdot \eta_n = 11,4 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 10,9 \text{ кВт,}$$

$$M_{III} = \frac{N_{III}}{\omega_{III}} = \frac{10900}{8,1} = 1345,7 \text{ н} \cdot \text{м}$$

IV вал – вал барабана:

$$\omega_{IV} = \frac{\omega_{III}}{u_{III}} = \frac{8,1}{3,25} = 2,5 \text{ 1/с,}$$

$$N_{IV} = N_{III} \cdot \eta_{III} \cdot \eta_n = 10,9 \cdot 0,92 \cdot 0,99 = 10 \text{ кВт,}$$

$$M_{IV} = \frac{N_{IV}}{\omega_{IV}} = \frac{10000}{2,5} = 4000 \text{ н} \cdot \text{м}$$

Проверка тягового усилия на ленте конвейера:

$$P_p' = \frac{2 \cdot M_{IV}}{D_s} = \frac{2 \cdot 4000}{0,8} = 10000 \text{ н} = 10 \text{ кН.}$$

3. Индивидуальные задания для выполнения кинематического расчета привода.

Индивидуальные задания по практической работе выполняются для кинематической схемы, представленной на рис.1.1. с исходными данными приведенными в таблицах 1.3,1.4.

Необходимо определить мощность привода ленточного транспортера, представленного на рис. 1.1. Рассчитать мощность, момент и угловую скорость на каждом валу привода.

Таблица 1.3. Исходные данные для кинематической схемы рис.1.1.

№ варианта	Мощность на выходном валу привода, кВт	Синхронная частота вращения двигателя, об/мин	Частота вращения вала барабана, об/мин	Передаточное отношение передачи	
ременной	зубчатой				
1	4	3000	90	2,8	6,3
2	7,5	3000	100	2,5	5,6
3	12	3000	110	2,0	6,3
4	15	3000	120	1,8	5,6
5	18	3000	150	2,0	5,0
6	4	3000	80	2,24	4,0
7	7,5	3000	90	3,15	6,3
8	12	3000	100	2,8	5,6
9	15	3000	110	2,5	5,0
10	18	3000	120	3,15	4,5
11	4	1500	150	2,24	5,0
12	7,5	1500	80	2,0	4,0
13	12	1500	90	3,15	3,15
14	15	1500	100	1,4	2,8
15	18	1500	110	1,6	3,15
16	4	1500	120	2,8	2,8
17	7,5	1500	150	2,5	2,5
18	12	1500	80	2,0	2,0
19	15	1500	90	3,55	3,15
20	18	1500	100	3,15	3,55
21	4	1000	110	2,8	2,8
22	7,5	1000	120	2,24	2,24
23	12	1000	70	2,5	2,5
24	15	1000	60	1,6	2,0
25	18	1000	50	2,0	3,15
26	4	1000	80	3,55	3,55
27	7,5	1000	75	2,8	2,8
28	12	1000	65	2,24	2,24
29	15	1000	55	3,15	3,15
30	18	1000	70	1,6	2,24
31	12	750	60	2,5	1,8
32	15	750	50	2,0	2,0

ПРИМЕЧАНИЕ. При кинематическом расчете необходимо из общего передаточного отношения по заданным значениям определить передаточное отношение для цепной передачи.

Таблица 1.4. Исходные данные для кинематической схемы рис.1.1.

№ варианта	Мощность на выходном валу привода, кВт	Синхронная частота вращения двигателя, об/мин	Частота вращения вала барабана, об/мин	Передаточное отношение передачи	
ременной	зубчатой				
1	4	3000	110	4,0	5,6
2	7,5	3000	120	4,0	5,0
3	12	3000	130	3,6	5,6
4	15	3000	140	3,6	5,0

5	18	3000	170	2,5	4,0
6	4	3000	100	2,5	4,5
7	7,5	3000	110	4,1	6,3
8	12	3000	120	4,1	5,6
9	15	3000	130	3,7	5,0
10	18	3000	140	3,7	6,3
11	4	1500	130	2,5	4,5
12	7,5	1500	60	2,5	4,0
13	12	1500	70	2,0	3,15
14	15	1500	80	2,1	2,8
15	18	1500	90	1,9	3,15
16	4	1500	100	3,6	5,6
17	7,5	1500	130	2,5	2,5
18	12	1500	60	2,5	2,0
19	15	1500	70	2,1	3,55
20	18	1500	80	2,1	3,15
21	4	1000	90	3,7	2,8
22	7,5	1000	100	2,3	2,24
23	12	1000	50	2,5	2,5
24	15	1000	40	2,5	2,0
25	18	1000	30	2,1	4,0
26	4	1000	60	2,1	3,55
27	7,5	1000	55	3,7	2,8
28	12	1000	45	2,3	2,24
29	15	1000	35	1,9	3,15
30	18	1000	50	3,6	2,6
31	12	750	30	2,5	2,5
32	15	750	20	2,5	2,0

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«АРКТИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**
(ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ)
Октемский филиал
Кафедра механизации сельскохозяйственного производства

**Комплект
контрольно-оценочных средств
для проведения тестового контроля**

ОП.05 Техническая механика

наименование учебной дисциплины

35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования

код, наименование специальности/профессии

Октябрь, 2023

1. Что изучает статика?

- 1) статика изучает силы, их действия, сложение, разложение и равновесие их.
- 2) статика изучает статистические движения тел
- 3) статика изучает механическое движение тел

2. На какие разделы делится теоретическая механика?

- 1) статика, кибернетика, механика.
- 2) статика, кинематика, динамика.
- 3) кинематика, механика, кибернетика.

3. Когда расстояние между двумя точками тела остается неизменным его называют

- 1) абсолютно твердым телом
- 2) прочным телом
- 3) материальным телом.

4. Векторная величина, представляющая собой меру механического воздействия одних тел на другие – это

- 1) механическое воздействие;
- 2) сила;
- 3) удар.

5. Материальной точкой называется

- 1) абсолютно твердое тело, размерами которого можно пренебречь, сосредоточив всю массу тела в точке.
- 2) точка, сосредоточенная в центре тела

6. Действия системы сил на одно и то же твердое тело, производя одинаковые воздействия Называются:

- 1) эквивалентными;
- 2) внутренними;
- 3) внешними.

7. Если система сил эквивалентна одной силе, то эта сила называется

- 1) уравновешенной
- 2) равнодействующей
- 3) сосредоточенной

8. На чем базируются все теоремы и уравнения статики?

- 1) на законах статики
- 2) на наблюдениях
- 3) на аксиомах

9. Что называется изгибом?

- 1) Это такой вид деформации, при котором возникают только касательные напряжения
- 2) Это такой вид деформации, при котором в поперечном сечении бруса возникают изгибающие моменты
- 3) Это такой вид деформации, при котором возникают поперечные силы
- 4) Это такой вид деформации, при котором возникают продольные силы

10. Как называется брус, работающий на изгиб?

- 1) массив;
- 2) консоль;
- 3) балка;
- 4) опора.

11. Назовите единицу измерения силы?

- 1) Паскаль.
- 2) Герц.
- 3) Ньютон.
- 4) Джоуль

12. Какой прибор служит для статистического измерения силы?

- 1) амперметр;
- 2) динамометр;
- 3) гироскоп;
- 4) силомер;

13. Что называется моментом силы относительно точки (центра)?

- 1) Произведение модуля этой силы на время её действия.
- 2) Отношение силы, действующей на тело, к промежутку времени, в течение которого эта сила действует.
- 3) Произведение силы на квадрат расстояния до точки (центра).
- 4) Произведение силы на кратчайшее расстояние до этой точки (центра).

14. Когда момент силы считается положительным?

- 1) Когда под действием силы тело движется вперёд.
- 2) Когда под действием силы тело вращается по ходу часовой стрелки.
- 3) Когда под действием силы тело движется назад.
- 4) Когда под действием силы тело вращается против хода часовой стрелки

15. Трением скольжения называют:

- 1) сопротивление, возникающие при относительном перемещении одного тела по поверхности другого
- 2) сопротивление силе обратной коэффициенту трения.

16. Сила трения направлена в сторону, противоположную относительной скорости скольжения

- 1) это закон Кулона;
- 2) это свойство пары сил;
- 3) это закон статики.

17. Раздел механики, в котором изучается движение материальных тел под действием приложенных к ним сил – это

- 1) статика;
- 2) динамика;
- 3) кинематика.

18. Основной закон динамики

- 1) устанавливает связь между ускорением и массой материальной точки и силой
- 2) Масса является мерой инертности материальных тел в их поступательном движении
- 3) Всякому действию соответствует равное и противоположно направленное противодействие

19. Тело массой 5 кг движется по горизонтальной прямой. Сила трения равна 6 Н. Чему равен коэффициент трения?

- 1) 8,3
- 2) 0,83
- 3) 1,2
- 4) 0,12

20. Единицы измерения работы в Международной системе единиц (СИ) – это

- 1) джоуль
- 2) ньютон
- 3) паскаль

21. отношение полезной работы к полной затраченной работе – это

- 1) мощность
- 2) КПД
- 3) первый закон динамики

1. Для разметки стальной поверхности нанесения линий (рисок) применяют:

- 1) карандаш
- 2) чертилку
- 3) мел
- 4) шариковую ручку

2. Керн это:

- 1) инструмент для разметки
- 2) деталь
- 3) углубление от разметочного инструмента
- 4) брак при разметке

4. Инструментом для рубки металла является:

- 1) топор
- 2) зубило
- 3) напильник
- 4) молоток

6. Указать неверный ответ

При рубке металла используют следующие удары:

- 1) кистевой
- 2) локтевой
- 3) плечевой
- 4) ручной

9. Назовите виды разверток по способу использования:

- 1) основные и вспомогательные
- 2) ручные и машинные
- 3) станочные и слесарные
- 4) прямые и конические

12. Назовите профили резьбы:

- 1) треугольная, прямоугольная, трапецеидальная, упорная, круглая
- 2) овальная, параболическая, трёхмерная, в нахлестку, зубчатая
- 3) полукруглая, врезная, сверхпрочная, антифрикционная
- 4) модульная, сегментная, трубчатая, потайная

13. Назовите системы резьбы:

- 1) Сантиметровая, футовая, батарейная
- 2) Газовая, дециметровая, калиброванная
- 3) Метрическая, дюймовая, трубная
- 4) Миллиметровая, водопроводная, газовая

14. Назовите элементы резьбы:

- 1) Профиль зуба, наружный угол, средний угол, внутренний угол
- 2) Угол профиля, шаг резьбы, наружный диаметр, диаметр, внутренний диаметр
- 3) Зуб, модуль, наружный радиус, средний радиус, внутренний радиус
- 4) Шаг зуба, угол модуля, наружный профиль, средний профиль, внутренний профиль

15. Какие слесарные операции можно выполнять на сверлильном станке?

- 1) Нарезание резьбы
- 2) Развертывание
- 3) Зенкование
- 4) Все перечисленные операции

17. Рубку металла выполняют.

- 1) Надфилем
- 2) Кернером
- 3) Зубилом
- 4) Зенкером

18. Детали машин и узлы бывают:

- 1) общего назначения;
- 2) специального назначения;
- 3) общего и специального назначения ;
- 4) двигательного и передаточного назначения.

19. Две подвижно - соединительные детали образуют

- 1) узел
- 2) звенья
- 3) кинематическую пару

20. Совокупность звеньев подвижно кинематических пар образуют

- 1) кинематическую цепь
- 2) исполнительный механизм
- 3) техническое устройство

21. К неразъемным соединениям относятся

- 1) сварные
- 2) клепаные, клееные
- 3) штифтовые, шпилечные.
- 4) сварные, клепаные, клееные.

22. Единицы измерения работы в Международной системе единиц (СИ) – это

- 1) джоуль
- 2) ньютон
- 3) паскаль

23. Прочность это:

- 1) способность конструкции выдерживать заданную нагрузку не разрушаясь и без появления остаточных деформаций.
- 2) способность конструкции сопротивляться упругим деформациям.
- 3) способность конструкции сохранять первоначальную форму упругого равновесия.
- 4) способность конструкции не накапливать остаточные деформации.

24. Пластичность – это

- 1) Способность материала, не разрушаясь, воспринимать внешние механические воздействия.
- 2) Способность материала давать значительные остаточные деформации, не разрушаясь.
- 3) Способность материала восстанавливать после снятия нагрузки свои первоначальные формы и размеры.
- 4) Способность материала сопротивляться проникновению в него другого тела практически не получающего остаточных деформаций

25. Опиливание – это:

- 1) снятие небольших слоев металла напильником
- 2) Опиливание от заготовки частей металла
- 3) специальная обработка пилой

Указать неверный ответ

27. Что называется изгибом?

- 1) Это такой вид деформации, при котором возникают только касательные напряжения
- 2) Это такой вид деформации, при котором в поперечном сечении бруса возникают изгибающие моменты
- 3) Это такой вид деформации, при котором возникают поперечные силы
- 4) Это такой вид деформации, при котором возникают продольные силы

28. Как называется брус, работающий на изгиб?

- 1) массив;
- 2) консоль;
- 3) балка;
- 4) опора.

29. Назовите единицу измерения силы?

- 1) Паскаль.
- 2) Герц.
- 3) Ньютон.
- 4) Джоуль

30. Какой прибор служит для статистического измерения силы?

- 1) амперметр;

- 2) динамометр;
- 3) гироскоп;
- 4) силомер;

31. Что называется моментом силы относительно точки (центра)?

- 1) Произведение модуля этой силы на время её действия.
- 2) Отношение силы, действующей на тело, к промежутку времени, в течение которого эта сила действует.
- 3) Произведение силы на квадрат расстояния до точки (центра).
- 4) Произведение силы на кратчайшее расстояние до этой точки (центра).

32. Когда момент силы считается положительным?

- 1) Когда под действием силы тело движется вперёд.
- 2) Когда под действием силы тело вращается по ходу часовой стрелки.
- 3) Когда под действием силы тело движется назад.
- 4) Когда под действием силы тело вращается против хода часовой стрелки

33. Трением скольжения называют:

- 1) сопротивление, возникающие при относительном перемещении одного тела по поверхности другого
- 2) сопротивление силе обратной коэффициенту трения.

34. Сила трения направлена в сторону, противоположную относительной скорости скольжения

- 1) это закон Кулона;
- 2) это свойство пары сил;
- 3) это закон статики.

35. Раздел механики, в котором изучается движение материальных тел под действием приложенных к ним сил – это

- 1) статика;
- 2) динамика;
- 3) кинематика.

36. Основной закон динамики

- 1) устанавливает связь между ускорением и массой материальной точки и силой
- 2) Масса является мерой инертности материальных тел в их поступательном движении
- 3) Всякому действию соответствует равное и противоположно направленное противодействие

37. Тело массой 5 кг движется по горизонтальной прямой. Сила трения равна 6 Н. Чему равен коэффициент трения?

- 1) 8,3
- 2) 0,83
- 3) 1,2
- 4) 0,12

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«АРКТИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**
(ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ)
Октемский филиал
Кафедра механизации сельскохозяйственного производства

**Комплект материалов
по оценке самостоятельной работы**

ОП.05 Техническая механика

наименование учебной дисциплины

35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования

код, наименование специальности/профессии

Октемцы, 2023

Самостоятельная работа №1

Подготовка к итоговой самостоятельной работе по данному разделу, изучение пройденного материала, всех определений и формул.

Задание: Работа с учебником и тетрадкой с лекциями.

Самостоятельная работа №2

Подготовка к итоговой самостоятельной работе по данному разделу, изучение пройденного материала, всех определений и формул.

Задание: Работа с учебником и тетрадкой с лекциями.

Самостоятельная работа №3

Подготовка реферата.

Задание: подготовка реферата.

Примерные темы рефератов по разделу 1:

11. Связи и реакции связей.
12. Проекция силы на оси координат
13. Аналитические условия равновесия плоской системы сходящихся сил
14. Сложение двух неравных антипараллельных сил
15. Опоры и опорные реакции балок
16. Лемма о параллельном переносе силы
17. Равновесие тела на наклонной плоскости
18. Теорема о моменте равнодействующей относительно оси (теорема Вариньона)
19. Пространственная система сходящихся сил
20. Методы нахождения центра тяжести

Самостоятельная работа №4

Построение эпюр крутящих моментов, расчет на прочность и жесткость при кручении.

Задание: расчетно-графическая работа.

Самостоятельная работа №5

Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов

Задание: графическая работа.

Самостоятельная работа №6

Изучение условных обозначений элементов кинематических схем

Задание: краткое сообщение.

Самостоятельная работа №7

Корпусные детали, пружины и рессоры. Муфты.

Задание: конспект.

Самостоятельная работа №8

Геометрия зубчатого зацепления, методы изготовления зубьев.

Задание: конспект.

Самостоятельная работа №9

Мотор-редукторы.

Задание: конспект

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«АРКТИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**
(ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ)
Октемский филиал
Кафедра механизации сельскохозяйственного производства

**Комплект
контрольно-оценочных средств
для промежуточной аттестации по результатам освоения дисциплины**

ОП.05 Техническая механика

наименование учебной дисциплины

35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования

код, наименование специальности/профессии

Октябрь, 2023

Для промежуточной аттестации

1. Какие аксиомы лежат в основе статики?
2. Какие тела называются свободными и несвободными?
3. Какие типы связей вы знаете?
4. Какие силы называются сходящимися?
5. В чем состоит геометрическое условие равновесия системы сходящихся сил?
6. Как формулируется аналитическое условие равновесия..
7. Что называется парой сил?
8. Какие пары сил называют эквивалентными?
9. В чем состоит условие равновесия пар, лежащих в одной плоскости
10. Что значит привести силу к заданному центру?
11. Сформулируйте условие равновесия плоской системы произвольно расположенных сил.
12. Сформулируйте условие равновесия системы параллельных сил.
13. Что такое центр тяжести тела?
14. Как определить центр тяжести плоской фигуры сложной формы?
15. По каким формулам определяются координаты центра тяжести плоской фигуры?
16. Указать виды равновесия.
17. В чем заключается условие равновесия?
18. Что такое коэффициент устойчивости.
19. Что называется прочностью, жесткостью и устойчивостью элементов конструкции?
20. Как классифицируются нагрузки, действующие на конструкцию?
21. В чем сущность метода сечений?
22. Какой вид нагружения бруса называется растяжением и какой сжатием?
23. Что такое эпюры продольных сил и нормальных напряжений?
24. Как формулируется закон Гука?
25. Как происходит срез и смятие?
26. В чем заключается условие прочности на срез и смятие?
27. Какие виды расчетов выполняют по условиям прочности?
28. Что называется осевым, полярным и центробежным моментом инерции?
29. Что такое главные и главные центральные оси?
30. Что такое главные и главные центральные моменты инерции?
31. Какие внутренние силовые факторы возникают при изгибе?
32. В чем заключается условие прочности при изгибе?
33. Что называется изгибом?
34. В чем заключается условие прочности при кручении?
35. В чем заключается условие жесткости при кручении?
36. Какие внутренние силовые факторы возникают при кручении?
37. Что называется усталостью материала?
38. Что называется циклом напряжений?
39. Что называется пределом выносливости и от каких факторов он зависит?
40. В чем сущность продольного изгиба?
41. Что называется критической силой и критическим напряжением?
42. Какие существуют способы закрепления стержней?
43. Как выражается динамическое напряжение через статическое?
44. Что называется динамическим коэффициентом?
45. Механизма, машина, детали специальные и общего назначения. Требования к машинам и деталям.
46. Назначение и виды передач. Кинематические и силовые соотношения.
47. Фрикционные передачи: достоинства, недостатки, принцип работы, классификация.
48. Вариаторы: определение, область применения.

49. Зубчатые передачи: устройство, принцип работы, классификация, достоинства и недостатки.
50. Прямозубые цилиндрические передачи, геометрические соотношения, силы, действующие в зацеплении.
51. Косозубые цилиндрические передачи, достоинства и недостатки, геометрические соотношения, силы, действующие в зацеплении.
52. Конические прямозубые передачи. Основные геометрические соотношения. Силы, действующие в передаче.
53. Передача винт-гайка. Передачи с трением скольжения и трением качения. Материалы винтовой пары. Кинематические, геометрические и силовые соотношения.
54. Червячная передача: достоинства и недостатки, устройство, кинематические, геометрические и силовые соотношения. Виды расчетов.
55. Назначение, классификация, устройство редукторов. Конструкции одно- и многоступенчатого редукторов. Основные параметры редукторов.
56. Ременные передачи: устройство, достоинства, недостатки. Кинематические, геометрические и силовые соотношения. Виды расчетов.
57. Цепные передачи: устройство, классификация, достоинства и недостатки. Геометрические, кинематические и силовые соотношения.
58. Валы и оси: назначение и классификация. Элементы конструкций, материалы валов и осей. Виды расчетов.
59. Подшипники скольжения: конструкция, достоинства и недостатки, расчет.
60. Подшипники качения: классификация, маркировка. Подбор подшипников. Проверка подшипников на долговечность.
61. Назначение и классификация муфт. Устройство и принцип действия глухих, компенсирующих, сцепных и предохранительных муфт. Подбор муфт.
62. Общие сведения о клеевых и паяных соединениях.
63. Сварные соединения. Основные типы сварных швов.
64. Резьбовые соединения: достоинства и недостатки, расчет на прочность.
65. Шпоночные, шлицевые соединения. Классификация, сравнительная характеристика.