

Министерство образования, науки и молодежной политики Краснодарского края

ГБПОУ КК «АМТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических занятий по УД

«Техническая механика»

для студентов всех форм обучения специальностей:

15.02.08 «Технология машиностроения»

**15.02.14 « Оснащение средствами автоматизации технологических процессов
и производств»**

ОДОБРЕНО

цикловой методической комиссией

«Технология машиностроения и систем
газоснабжения»

Протокол № _____

от «____» _____ 20__ г.

Председатель ЦМК

_____ Т.А.Гришаева

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УР

_____ М.М.Малахова

«____» _____ 20__ г.

Методическая разработка составлена в соответствии с рабочей программой по учебной дисциплине «Техническая механика»

для специальностей: 15.02.08 «Технология машиностроения»

15.02.14 «Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств»

Автор:

Гришаева Т.А. преподаватель

проф. дисциплин ГБПОУ КК «АМТ»

Рецензенты;

С.А.Быстрова, преподаватель
профессиональных дисциплин ГБПОУ КК
«АМТ.

Квалификация по диплому: инженер-механик

И.Б.Карагидян , исполнительный директор
ООО «СВС»

Квалификация по диплому: инженер-механик.

.

Содержание

Введение.....	3
Общие методические указания	
Практическое занятие № 1 Определение реакций связей аналитическим способом.	7
Практическое занятие № 2 Определение реакций в опорах балочных систем.	10
Практическое занятие № 3 Определение параметров движения твердого тела и любой его точки.	13
Практическое занятие № 4 Определение работы и мощности при движении тела.	16
Практическое занятие № 5 Основные уравнения динамики при поступательном и вращательном движениях твердого тела.	19
Практическое занятие № 6 Построение эпюр продольных сил, нормальных напряжений. Определение перемещения свободного конца бруса	22
Практическое занятие № 7 Практические расчеты на срез и смятие.	26
Практическое занятие № 8 Построение эпюр крутящих моментов, касательных напряжений	29
Практическое занятие № 9 Построение эпюр поперечных сил и изгибающих . моментов. Определение реакций опор и размеров поперечного сечения бруса из условия прочности.	33
Практическое занятие № 10 Расчет фрикционной передачи.	37
Практическое занятие № 11 Расчет цилиндрической зубчатой передачи на контактную прочность и изгиб.	40
Практическое занятие № 12 Расчет червячной передачи на контактную прочность и изгиб.	43
Практическое занятие № 13 Расчет ременной передачи	46
Практическое занятие № 14 Подбор подшипников по динамической грузоподъемности	49
Заключение	52
Список используемой литературы	53

Введение

Методические указания по выполнению практических работ предназначены для студентов всех форм обучения по специальности 15.02.08 «Технология машиностроения» и специальности 15.02.14 «Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств»

В методических указаниях изложен порядок выполнения практических, рекомендуемый список литературы, необходимый для выполнения практических работ.

Содержание учебной дисциплины «Техническая механика» имеет практическую направленность и проводится в тесной взаимосвязи с другими общепрофессиональными дисциплинами. Использование междисциплинарных связей обеспечивает преемственность изучения материала, включает дублирование и позволяет студентам быстрее вовлекаться в процесс изучения дисциплины.

Общие методические указания

Целью данных методических указаний является:

- обеспечение у студентов формирования аналитического и логического мышления;
- обеспечение у студентов системы технических знаний;
- обеспечение, усвоение и понимание студентами элементов базисного уровня;
- развитие умения студентов обобщать полученную информацию и использовать ее на практике;

В результате освоения программы и проведения практических работ студент должен **знать:**

- основы технической механики;
- виды механизмов, их кинематические и динамические характеристики;
- методику расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформации;
- основы расчетов механических передач и простейших сборочных единиц общего назначения;
- расчёт геометрических параметров зубчатого колеса;
- правило расчёта КПД механизма и определение мощности на рабочем органе с учётом КПД.

уметь:

- пользоваться нормативной и справочной литературой
- проводить силовой и кинематический расчет механических передач;

- читать кинематические схемы;
- определять напряжения в конструкционных элементах;

Порядок проведения практических занятий включает в себя:

- опрос студентов по теме практической работы, в различных формах.
- краткое сообщение преподавателя о целях практического занятия, порядке его проведения и оформления отчета.
- выдачу вариантов задания.
- выполнение задания студентами.
- индивидуальные консультации преподавателя в ходе проведения практического занятия.
- подведение итогов практического занятия преподавателем.
- информацию о следующих практических занятиях.

Порядок оформления отчета по практическому занятию максимально приближен к порядку оформления курсовых проектов.

Содержание отчета по практическому занятию включается в пояснительный текст, отдельно к каждой работе, а также содержит правила оформления отчета.

Отчеты выполняются на листах писчей бумаги формата А4, с соответствующим штампом для текстовой документации, и формируются на протяжении семестра в папку.

Папка с практическими работами должна иметь титульный лист, оформленный по стандарту. Листы в папке нумеруются в правой части штампа арабскими цифрами, считая и титульный лист, который не нумеруется.

Второй лист в папке – это содержание папки, с указанием номера страницы к соответствующей работе и перечислением практических занятий. На листе выполняется штамп размером, по вертикали, 40 мм для текстовой документации, на всех последующих листах – штамп на 15 мм.

Все схемы, иллюстрации нумеруют арабскими цифрами внутри одной практической работы, подписывая, например: «Рисунок 1. Исходная схема», помещая данный текст под схемой.

Таблица подписывается и нумеруется в верхнем левом углу.

При ссылке на литературу указывают в скобках цифровой порядковый номер использованной литературы: страницу буквой – с., номер страницы; таблицу, сокращая – табл. Например: [1,с.45, табл.15].

Расчетные формулы записывают в общем виде. Затем в формулу подставляют значения входящих в нее параметров в той последовательности, в какой они приведены в формулах, при этом переводят все данные значения задачи в одну систему измерений (СИ), в итоге приводят результат вычисления с обозначением единиц измерения искомой величины, **не беря в круглые скобки!**

Расшифровку символов и числовых коэффициентов приводят непосредственно под формулой в той же последовательности, в какой они даны в ней, с новой строки. Расшифровку начинают со слова «где» без двоеточия после него. Например:

где N_z – продольная сила, Н

l – длина бруса, мм

A – площадь поперечного сечения бруса, мм²

E – модуль упругости первого рода, $E = 2 \cdot 10^5$ МПа

Список используемой литературы должен быть составлен в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-84.

Студенты, отсутствовавшие на практических занятиях, при выполнении практических занятий самостоятельно, имеют право на получение консультаций у преподавателя.

Неудовлетворительная оценка, полученная студентом при опросе перед выполнением практической работы, а также незачтенный отчет по практической работе, должны быть исправлены и повторно проверены преподавателем. Если в течение календарного месяца по какой-либо причине студент не смог сдать неотработанную практическую работу или исправить неудовлетворительную оценку, ему выставляется оперативная оценка «неаттестован» до момента ее последующей отработки.

Студент, имеющий к концу семестра хоть одну неисправленную неаттестацию на положительную оценку, не может быть допущен к экзамену по данному предмету или иметь положительную оценку при зачете по предмету, до момента полной отработки практических занятий, в соответствии с установленными требованиями.

Все отчеты по практическим занятиям, проверенные и подписанные преподавателем и студентом, должны быть сданы преподавателю на экзамене.

Критерии оценок:

- оценка «отлично» ставится:

-при правильных ответах на контрольные вопросы, верно выполненной, аккуратно оформленной и в соответствии с ГОСТ Р 2.105-2019 работой. Допускается одна незначительная ошибка или одно отклонение от ГОСТа.

-оценка «хорошо» ставится:

-при правильных ответах на большинство контрольных вопросов и верно выполненной, аккуратно оформленной и в соответствии с ГОСТ Р 2.105-2019 работой

-при правильных ответах на все контрольные вопросы , выполненной с двумя-тремя негрубыми ошибками, аккуратно оформленной и в соответствии с ГОСТ Р 2.105-2019 работой

- при правильных ответах на все контрольные вопросы , верно выполненной работой , но оформленной неаккуратно с отступлениями от ГОСТ Р 2.105-2019 - оценка «удовлетворительно» ставится:

- при правильных ответах на меньшую часть контрольных вопросов и верно выполненной, аккуратно оформленной и в соответствии с ГОСТ Р 2.105-2019 работой

- при правильных ответах на все контрольные вопросы , выполненной с одной грубой ошибкой , аккуратно оформленной и в соответствии с ГОСТ Р 2.105-2019 работой.
Допускается небольшие отклонения от ГОСТа

-при правильных ответах на большинство контрольных вопросов , выполненной с одной грубой ошибкой , аккуратно оформленной и в соответствии с ГОСТ Р 2.105-2019 работой.

- при правильных ответах на все контрольные вопросы , верно выполненной работой , но оформленной неаккуратно и с отступлениями от ГОСТ Р 2.105-2019

Примечания: 1. *Негрубой ошибкой считается:* описка, неверная единица измерения, отсутствие единицы измерения, исправления, зачеркивания, отсутствие формулы для расчетов в буквенном выражении.

2. *Грубой ошибкой считается:* неверно выбранная для расчетов формула, неправильно выбранное значение величины в формуле, неправильно найденная одна из неизвестных величин

Практическое занятие №1

Тема: «Плоская система сходящихся сил»

Наименование работы: «Определение реакций связи аналитическим способом»

Цель занятия: закрепить умение определять реакции аналитическим способом,
рационально выбирая координатные оси.

Приобретаемые умения и навыки :

- заменять связи их реакциями;
- составлять расчетные схемы;
- рационально выбирать рационально выбирая координатные оси;
- проецировать вектора сил на координатные оси;
- определять положительные и отрицательные значения проекций сил на оси;
- составлять уравнения равновесия для плоской системы сходящихся сил;
- определять величины неизвестных реакций связей;
- выполнять проверку найденных значений реакций связей.

Контрольные вопросы при допуске к работе

1. Какая система сил называется плоской?
2. При каком условии силы называются сходящимися?
3. Что такое главный вектор?
4. Чему должен быть равен гл.вектор плоской системы сходящихся сил ?
5. В чем смысл геометрического условия равновесия для плоской системы сходящихся сил?
6. Если силовой многоугольник незамкнут, можно ли утверждать, что данная система сил находится в состоянии равновесия?
7. Чему равна величина проекции силы на координатную ось?
8. Как аналитическим способом определить величину равнодействующей силы плоской системы сходящихся сил?
9. В чем заключается смысл аналитического условия равновесия для плоской системы сходящихся сил?
10. Какой способ выбора координатных осей можно считать рациональным?

Задание:

Груз весом G удерживается тросом, перекинутым через блок, ось которого укреплена на стержнях АВ и ВС. Определить силы в стержнях.

Порядок выполнения задания:

1. Ознакомится с заданием рисунок 1.
2. Из таблицы 1 выбрать числовые данные значения по номеру своего варианта.
3. Вычертить заданную схему.
4. Записать данные своего варианта.
5. Вычертить расчетную схему, при этом выбрать точку В, равновесие которой следует рассматривать и освободить шарнир В от связей и изобразить действующие на него активные силы и реакции отброшенных связей
6. Выбрать оси координат и составить уравнения равновесия, используя условия равновесия плоской системы сходящихся сил на плоскости $\sum X=0$, $\sum Y=0$.
7. Выбрать оси координат так, чтобы одна из осей была направлена перпендикулярно одной из неизвестных сил.
8. Определить реакции стержней из решения указанной системы уравнений..
9. Оформить и сдать отчет на проверку преподавателю в конце занятия

Содержание отчета

- записать номер практического занятия;
- записать наименование практического занятия;
- переписать полностью текст задания;
- вычертить кинематическую схему привода;
- записать краткое дано в соответствии с вариантом;
- привести полное решение задачи с краткими пояснениями;
- записать список использованной справочной и учебной литературы (с заголовком «Литература»)

Библиография::

1. Молотников, В. Я. Техническая механика : учебное пособие / В. Я. Молотников. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 476 с. — ISBN 978-5 8114-2403-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156926>
2. Техническая механика : учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Епифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148215>
3. Аркуша, А. И. Техническая механика. Теоретическая механика и сопротивление материалов : учебник / А. И. Аркуша. - 9-е изд. - М. : URSS, 2019. - 354 с.
4. Эрдеди, А.А.. Техническая механика : учебник для студентов СПО /А.А.Эрдеди, Н.А.Эрдеди. — М.: издательский центр «Академия», 2020. — 528 с

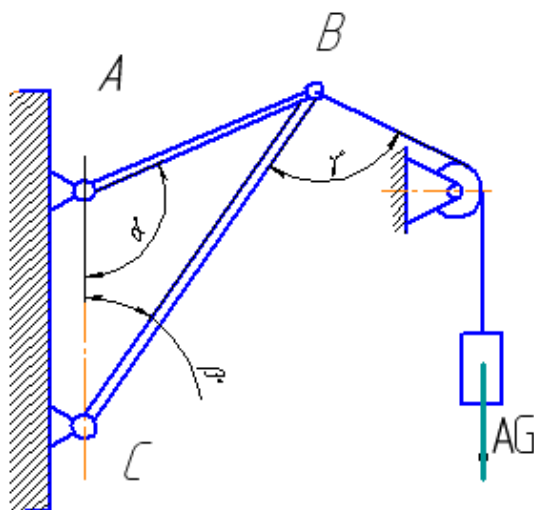


Рисунок 1. Исходная схема

Таблица 1 Исходные данные

Вариант задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
G, кН	10	20	40	55	60	40	35	40	50	35
α , град.	90	75	120	50	45	60	120	45	30	445
β , град	40	30	15	15	90	105	30	120	75	115
γ , град	105	30	135	40	50	60	75	105	30	50
Вариант задания	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
G, кН	15	25	45	50	65	10	20	30	55	60
α , град.	45	45	30	120	60	45	120	150	90	75
β , град	115	125	75	30	105	90	15	15	40	30
γ , град	50	105	30	75	60	50	135	40	105	30
Вариант задания	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
G, кН	20	15	50	45	55	35	30	10	60	65
α , град.	120	60	45	120	150	90	75	45	45	30
β , град	30	105	90	15	15	40	30	115	125	75
γ , град	75	60	50	135	40	105	30	50	105	30

Практическое занятие №2

Тема: « Плоская система произвольно расположенных сил»

Наименование работы : «Определение реакций в опорах балочных систем.»

Цель занятия: закрепить умение и навыки в определении реакции опор балок ,
необходимые при решении задач в курсах сопротивления материалов
и деталей машин.

Приобретаемые умения и навыки :

- заменять связи их реакциями;
- составлять расчетные схемы;
- составлять уравнения равновесия для плоской системы сходящихся сил;
- определять величины неизвестных реакций опор;
- выполнять проверку найденных значений реакций опор.

Контрольные вопросы при допуске к работе

1. Какая система сил называется плоской системой произвольно расположенных сил?
2. Чему равен момент силы относительно точки и в каких единицах он измеряется?
3. В чем заключается принцип приведения сил к данному центру?
4. Чему должен быть равен гл.вектор и гл.момент плоской системы произвольно расположенных сил , чтобы система находилась в равновесии?
5. Перечислите частные случаи равновесия плоской системой произвольно расположенных сил?
6. Что называется балкой?
7. Чему равна величина проекции силы на координатную ось?
8. Какая сила называется сосредоточенной?
9. Перечислите виды опор?
10. Сколько и какие реакции опор возникают в : шарнирно-подвижной, шарнирно-неподвижной опорах и в жестком защемлении?

Задание:

Определить реакции опор балки (рис.2).

Порядок выполнения задания:

1. Ознакомится с заданием рисунок 2.
2. Из таблицы 2 выбрать числовые данные значения по номеру своего варианта.
3. Вычертить заданную схему.
4. Записать данные своего варианта.
5. Вычертить расчетную схему, при этом провести оси координат так, чтобы ось X совпала с осью балки, а ось Y была ей перпендикулярна.
6. Обозначить характерные точки буквами.
7. Освободить балку от опор, заменив их действие реакциями опор, помня что в шарнирно-неподвижной опоре возникает две реакции (вдоль оси X и Y), а в шарнирно-подвижной опоре возникает одна реакция, направленная вдоль оси Y.
8. Составить уравнение равновесия для плоской системой произвольно расположенных сил ($\sum X=0$, $\sum M_A=0$, $\sum M_B=0$).
9. Провести проверку найденных значений ($\sum Y=0$).
10. Оформить и сдать отчет на проверку преподавателю в конце занятия

Содержание отчета

- записать номер практического занятия;
- записать наименование практического занятия;
- переписать полностью текст задания;
- вычертить две схемы балки – исходную и расчетную;
- записать краткое дано в соответствии с вариантом;
- привести полное решение задачи с краткими пояснениями;
- записать список использованной справочной и учебной литературы (с заголовком «Литература»)

Библиография::

1. Молотников, В. Я. Техническая механика : учебное пособие / В. Я. Молотников. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 476 с. — ISBN 978-5 8114-2403-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156926>
2. Техническая механика : учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Епифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148215>
3. Аркуша, А. И. Техническая механика. Теоретическая механика и сопротивление материалов : учебник / А. И. Аркуша. - 9-е изд. - М. : URSS, 2019. - 354 с.
4. Эрдеди, А.А.. Техническая механика : учебник для студентов СПО /А.А.Эрдеди, Н.А.Эрдеди. — М.: издательский центр «Академия», 2020. — 528 с

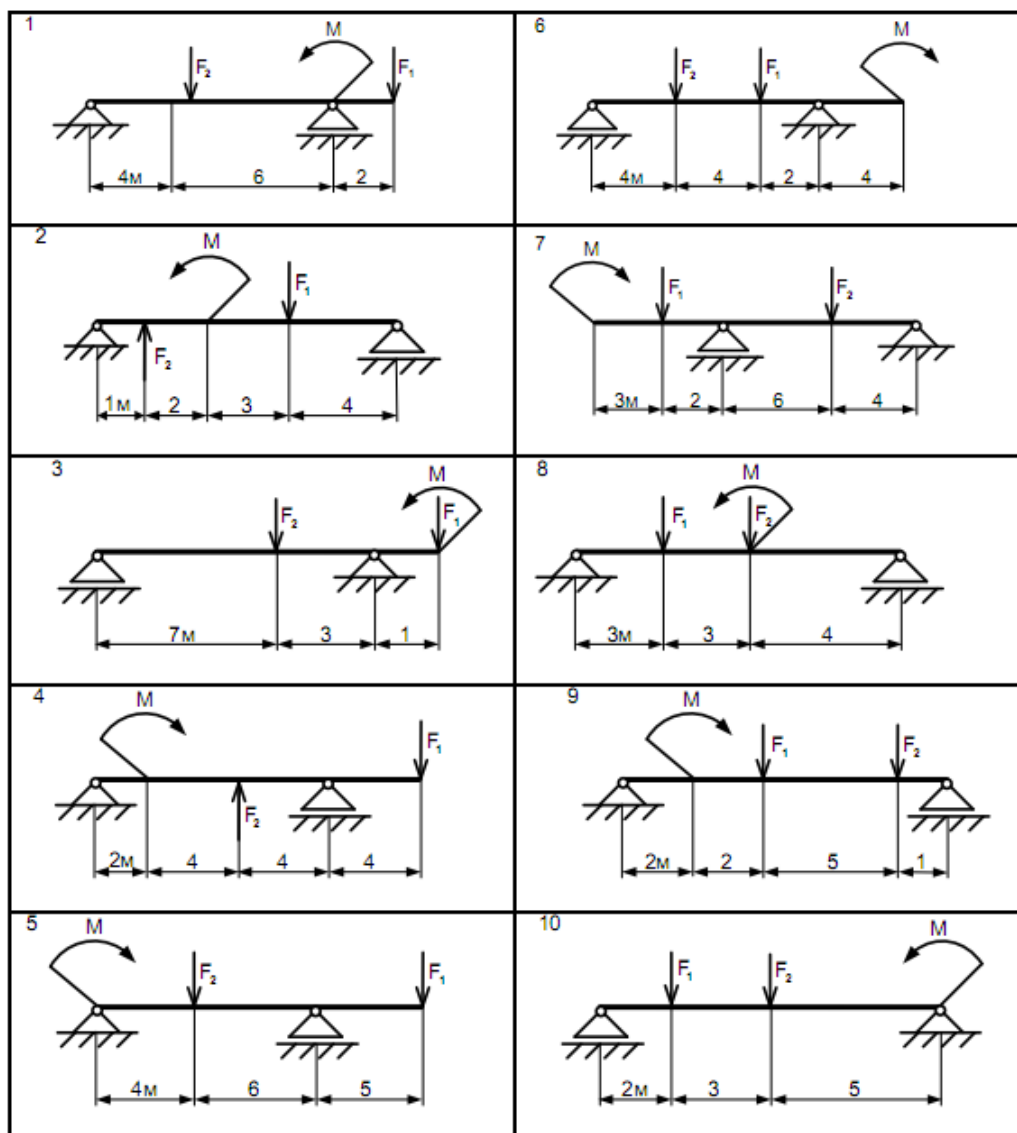


Рисунок 2. Исходные схемы балок

Таблица 2. Исходные данные

№ схемы рис.2										F_1	F_2	M
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	кН	кН	кН*М
Варианты										кН	кН	кН*М
00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	20	4	6
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	14	10	3
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	7	17	10
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	16	1	18
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	30	24	4
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	48	12	24
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	5	15	9
70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	10	5	12
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	8	32	5

Практическое занятие №3

Тема: «Простейшие движения твердого тела»

Наименование работы : «Определение параметров движения твердого тела и любой его точки.»

Цель занятия: закрепление теоретических знаний по кинематике, развитие логического и аналитического мышления.

Приобретаемые умения и навыки :

- применение формул для определения параметров поступательного и вращательного движений тела при решении задач;
- применение формул линейных скоростей и ускорений точек вращающегося тела при решении задач;

Контрольные вопросы при допуске к работе

1. Дать определение траектории?
2. Что называется системой отсчета и какое различие между подвижной и неподвижной системами отсчета?
3. Можно ли из уравнения траектории найти скорость и ускорение точки, движущейся по этой траектории?
4. Если дана зависимость между расстоянием и временем движения, то какой использован способ задания движения?
5. Как движется точка, если :1) $a_n=0, a_t=0$; 2) $a_n=0, a_t \neq 0$, 3) $a_n \neq 0, a_t=0$, 4) $a_n \neq 0, a_t \neq 0$?
6. Как направлен вектор нормального ускорения при криволинейном движении?
7. Как изменится величина нормального ускорения при увеличении радиуса кривизны?
8. Какое движение называется поступательным?
9. В каких единицах измеряется угловое ускорение?
10. Назовите зависимость между линейной и угловой скоростью?

Задание:

Диск радиусом R , вращается вокруг неподвижной оси согласно уравнения $\varphi = f(t)$. Определить полное число оборотов $\varphi_{об}$ диска за время t_4 среднюю угловую скорость за это же время, Построить графики углового перемещения, угловых скоростей и угловых ускорений диска. Определить линейные скорости и ускорения точек обода в момент времени t_3 . Данные взять из таблицы 3.

Порядок выполнения задания

1. Ознакомится с заданием.
2. Из таблицы 3 выбрать числовые данные значения по номеру своего варианта.
3. Записать данные своего варианта.
4. Определить полное число оборотов $\varphi_{об}$ диска за время t_4 .
5. Построить график углового перемещения φ - t при времени t_1, t_2, t_3, t_4 .
6. Построить график угловых скоростей w - t время t_1, t_2, t_3, t_4 .
7. Определить величину линейной скорости точек обода диска в момент времени t_3 .
8. Определить значение нормального ускорения точек обода диска в момент времени t_3 .
9. Определить значение касательного ускорения точек обода диска в момент времени t_3 .
10. Вычислить значение полного ускорения точек обода диска в момент времени t_3 .
11. Оформить и сдать отчет на проверку преподавателю в конце занятия

Библиография::

1. Молотников, В. Я. Техническая механика : учебное пособие / В. Я. Молотников. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 476 с. — ISBN 978-5 8114-2403-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156926>
2. Техническая механика : учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Елифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148215>
3. Аркуша, А. И. Техническая механика. Теоретическая механика и сопротивление материалов : учебник / А. И. Аркуша. - 9-е изд. - М. : URSS, 2019. - 354 с.
4. Эрдеди, А.А.. Техническая механика : учебник для студентов СПО /А.А.Эрдеди, Н.А.Эрдеди. — М.: издательский центр «Академия», 2020. — 528 с

Таблица 3 Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R, м	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
t ₂ , с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t ₃ , с	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
t ₄ , с	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
$\varphi = f(t)$	$1-10t++t^2$	$4-12t++0,5t^2$	$8-6t++0,4t^2$	$2-14t++0,2t^2$	$25+25t++0,1t^2$	$3+16t++4t^2$	$2+10t++6t^2$	$36+12t++0,3t^2$	$4+8t++8t^2$	$14+0,3t++10t^2$
Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
R, м	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
t ₂ , с	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
t ₃ , с	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
t ₄ , с	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
$\varphi = f(t)$	$1+0,2t++20t^2$	$4-12t++0,5t^2$	$8-6t++0,4t^2$	$2-14t++0,2t^2$	$25+25t++0,1t^2$	$3+16t++4t^2$	$1-10t++t^2$	$10+5t++2t^2$	$10-8t++20t^2$	$1+0,2t++20t^2$
Вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R, м	3	3,5	4	4,5	5	4	4,5	5	5,5	6
t ₂ , с	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
t ₃ , с	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
t ₄ , с	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
$\varphi = f(t)$	$25+25t++0,1t^2$	$3+16t++4t^2$	$20+10t++6t^2$	$36+12t++0,3t^2$	$4+8t++8t^2$	$1-10t++t^2$	$4-12t++0,5t^2$	$8-6t++0,4t^2$	$2-14t++0,2t^2$	$14+0,3t++10t^2$

Практическое занятие №4

Тема: «Трение, работа, мощность»

Наименование работы : «Определение работы и мощности при вращательном движении твердого тела».

Цель занятия: закрепление теоретических знаний по изучаемой теме,
прослеживание межпредметных связей внутри курса сопромата
и деталей машин с теоретической механикой, получение
первичных навыков расчета .

Приобретаемые умения и навыки :

- применение формул для определения параметров вращательного движения тела при решении задач;
- применение формул для определения работы и мощности вращающегося тела при решении задач;

Контрольные вопросы при допуске к работе

1. Дать определение работы?
2. Назовите формулу для определения работы?
3. В каких единицах измеряется работа?
4. Чему равна работа, если вектор силы направлен перпендикулярно перемещению точки?
5. Если на тело действует сразу несколько сил, то как определить суммарную работу этих сил
6. Что такое мощность?
7. В каких единицах измеряется мощность?
8. Какая мощность называется полезной?
9. Дайте определение К.П.Д.?
10. Чему равен общий КПД машины при последовательном соединении механизмов?

Задание

Шкив А получает вращение от ведущего шкива В при помощи ременной передачи. Ведущая ветвь ремня натянута с силой T , ведомая с силой t . Диаметр шкива d . Определить работу, совершаемую данными силами за 10 оборотов шкива А, а также передаваемую ремнем мощность при частоте вращения этого шкива n .

Порядок выполнения задания

1. Ознакомится с заданием рисунок 3.
2. Из таблицы 4 выбрать числовые данные значения по номеру своего варианта.
3. Записать данные своего варианта.
4. Вычертить заданную схему.
5. Определить вращающий момент , приложенный к шкиву.
6. Определить угол поворота шкива.
7. Определить по формуле работу ,приложенных к шкиву сил.
8. Определить величину угловой скорости шкива, соответствующей частоте вращения.
9. Определить мощность , передаваемую ремнем.
10. Оформить и сдать отчет на проверку преподавателю в конце занятия

Содержание отчета

- записать номер практического занятия;
- записать наименование практического занятия;
- переписать полностью текст задания;
- вычертить схему;
- записать краткое дано в соответствии с вариантом;
- привести полное решение задачи с краткими пояснениями;
- записать список использованной справочной и учебной литературы (с заголовком «Литература»).

Библиография::

1. Молотников, В. Я. Техническая механика : учебное пособие / В. Я. Молотников. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 476 с. — ISBN 978-5 8114-2403-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156926>
2. Техническая механика : учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Елифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148215>
3. Аркуша, А. И. Техническая механика. Теоретическая механика и сопротивление материалов : учебник / А. И. Аркуша. - 9-е изд. - М. : URSS, 2019. - 354 с.
4. Эрдеди, А.А.. Техническая механика : учебник для студентов СПО /А.А.Эрдеди, Н.А.Эрдеди. — М.: издательский центр «Академия», 2020. — 528 с

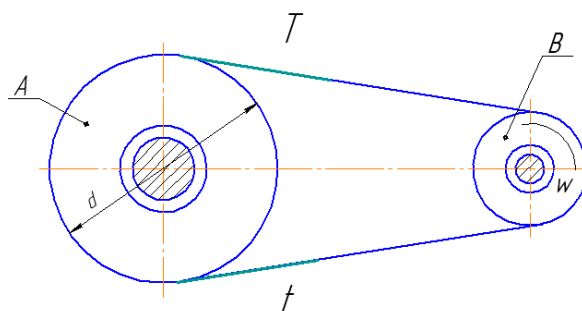


Рисунок 3. Исходная схема

Таблица 4 Исходные данные

Вариант задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T, кН	10	20	40	55	60	40	35	40	50	35
t, кН	9	17,5	20	25	45	32	12	25	30	15
d, мм	400	300	615	715	900	1005	300	1200	750	1150
n, об/мин	105	300	135	400	500	600	750	105	300	500
Вариант задания	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
T, кН	15	25	45	50	65	10	20	30	55	60
t, кН	12	14	30	25	30	4,5	12	10	39	48
d, мм	1150	1250	750	300	1050	900	815	915	840	730
n, об/мин	500	105	300	750	600	500	135	400	105	300
Вариант задания	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
T, кН	30	20	60	30	15	25	10	20	40	55
t, кН	10	17,5	48	10	12	14	9	17,5	20	25
d, мм	530	1050	900	1500	1150	840	930	1150	1250	750
n, об/мин	350	600	500	135	400	1050	300	500	350	250

Практическое занятие №5

Тема: «Общие теоремы динамики»

Наименование работы : «Основные уравнения динамики при поступательном и вращательном движениях твердого тела».

Цель занятия: закрепление теоретических знаний по динамике,
получение первичных навыков расчета при решении задач динамики.

Приобретаемые навыки и умения:

- применение основного уравнения динамики в решении задачи;
- проводить расчеты по определению кинетической и потенциальной энергии тел;
- применение закона сохранения механической энергии.

Контрольные вопросы при допуске к работе

- 1.Что такое момент инерции?
- 2.Дать определение количеству движения?
- 3.Сформулируйте теорему об изменении количества движения точки.
- 4.Чему равна кинетическая энергия точки.
5. Сформулируйте теорему об изменении кинетической энергии точки.
- 6.Основное уравнение динамики вращающегося тела.
- 7.Чему равен момент инерции цилиндра?
8. Чему равен момент инерции шара?
- 9.Из чего складывается кинетическая энергия тела при сложном движении?
- 10.Назовите единицы измерения кинетического момента в СИ.

Задание

Груз весом Q , опускаясь, вращает однородный цилиндр, сила тяжести которого G , а радиус r . Пренебрегая трением на оси цилиндра, найти натяжение S нити, угловую скорость ω , ускорение a цилиндра, когда груз Q опустится на расстояние h .

Порядок выполнения задания

10. Ознакомится с заданием рисунок 4.
11. Из таблицы 5 выбрать числовые данные значения по номеру своего варианта.
12. Вычертить заданную схему.
13. Записать данные своего варианта.
14. Разделим данную систему на две части, рассмотрим отдельно поступательное движение груза и вращательное движение цилиндра. Так как на систему действуют постоянные силы, то груз и цилиндр будут двигаться с постоянными ускорениями
15. Определяем линейное ускорение груза
16. Из формулы кинематики определяем конечную скорость груза.
17. Используя теорему об изменении кинетической энергии, определим реакцию S нити.
18. Из уравнения вращательного движения цилиндра определим момент инерции цилиндра.
19. Определяем угловое ускорение и угловую скорость цилиндра.
20. Оформить и сдать отчет на проверку преподавателю в конце занятия

Содержание отчета

- записать номер практического занятия;
- записать наименование практического занятия;
- переписать полностью текст задания;
- вычертить схему движения груза;
- записать краткое дано в соответствии с вариантом;
- привести полное решение задачи с краткими пояснениями;
- записать список использованной справочной и учебной литературы (с заголовком «Литература»).

Библиография::

1. Молотников, В. Я. Техническая механика : учебное пособие / В. Я. Молотников. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 476 с. — ISBN 978-5 8114-2403-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156926>
2. Техническая механика : учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Епифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148215>
3. Аркуша, А. И. Техническая механика. Теоретическая механика и сопротивление материалов : учебник / А. И. Аркуша. - 9-е изд. - М. : URSS, 2019. - 354 с.
4. Эрдеди, А.А.. Техническая механика : учебник для студентов СПО /А.А.Эрдеди, Н.А.Эрдеди. — М.: издательский центр «Академия», 2020. — 528 с

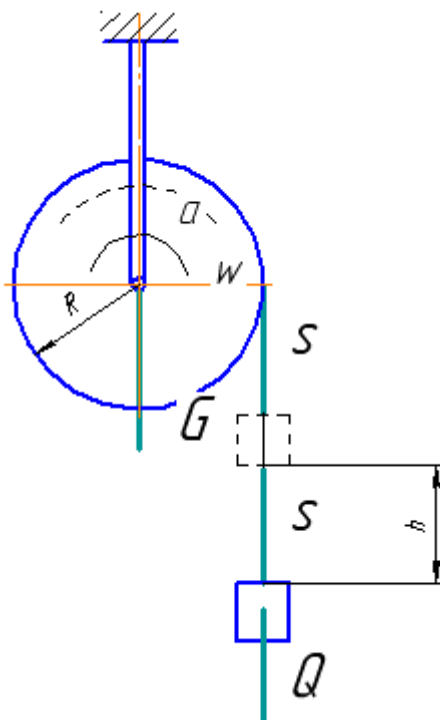


Рисунок 4 Исходная схема

Таблица 5 Исходные данные

Вариант задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
G, Н	10	20	40	55	60	40	35	40	50	35
Q, Н	90	75	120	50	45	60	120	45	30	45
R, мм	40	30	15	15	90	105	30	120	75	115
h, мм	105	30	135	40	50	60	75	105	30	50
Вариант задания	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
G, Н	15	25	45	50	65	10	20	30	55	60
Q, Н	45	45	30	120	60	45	120	150	90	75
R, мм	115	125	75	30	105	90	15	15	40	30
h, мм	50	105	30	75	60	50	135	40	105	30
Вариант задания	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
G, Н	20	15	50	45	55	35	30	10	60	65
Q, Н	120	60	45	120	150	90	75	45	45	30
R, мм	30	105	90	15	15	40	30	115	125	75
h, мм	75	60	50	135	40	105	30	50	105	30

Практическое занятие №6

Тема: «Растяжение и сжатие»

Наименование работы : «Построение эпюр продольных сил, нормальных напряжений. Определение перемещения Δl свободного конца, бруса».

Цель занятия: научиться строить эпюры продольных сил и нормальных напряжений, применять на практике формулы для расчета прочности и жесткости бруса при растяжении (сжатии)

Приобретаемые навыки и умения:

- определять виды деформаций
- определять внутренние силовые факторы при растяжении (сжатии)
- применять расчеты на прочность и жесткость при растяжении (сжатии)
- графически изображать распределение внутренних усилий в поперечных сечениях бруса по всей длине

Контрольные вопросы при допуске к работе

1. Что такое прочность?
2. Дать определение жесткости?
3. Какой элемент конструкции называется брусом?.
4. Перечислите основные допущения, применяемые при решении задач в сопромате.
5. К каким операциям сводится метод сечений?
6. Какие внутренние силовые факторы возникают при растяжении (сжатии).
7. Что называется эпюрой?
8. Правило знаков при построении эпюр?
9. Из чего складывается абсолютное удлинение бруса?
10. Назовите формулы для определения продольных сил и нормальных напряжений.

Задание

Для заданного двухступенчатого стального бруса, длины ступеней которого указаны на схеме, нагружен силами F_1 , F_2 , F_3 . Построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений по длине бруса. Определить перемещение Δl свободного конца бруса, приняв $E=2 \cdot 10^5$ МПа

Порядок выполнения задания

1. Ознакомится с заданием рисунок 5.
2. Из таблицы 6 выбрать числовые данные значения по номеру своего варианта.
3. Вычертить заданную схему.
4. Записать данные своего варианта.
5. Разбить брус на участки;
6. Определить значения продольных сил N на участках бруса;
7. Вычислить значения нормальных напряжений σ на участках бруса;
8. Построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений
9. Определить перемещение свободного конца бруса.

Содержание отчета

- записать номер практического занятия;
- записать наименование практического занятия;
- переписать полностью текст задания;
- вычертить схему движения груза;
- записать краткое дано в соответствии с вариантом;
- привести полное решение задачи с краткими пояснениями;
- записать список использованной справочной и учебной литературы (с заголовком «Литература»).

Библиография::

1. Молотников, В. Я. Техническая механика : учебное пособие / В. Я. Молотников. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 476 с. — ISBN 978-5 8114-2403-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156926>
- 2.Техническая механика : учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Епифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148215>
- 3.Аркуша, А. И. Техническая механика. Теоретическая механика и сопротивление материалов : учебник / А. И. Аркуша. - 9-е изд. - М. : URSS, 2019. - 354 с.
- 4.Эрдеди, А.А.. Техническая механика : учебник для студентов СПО /А.А.Эрдеди, Н.А.Эрдеди. — М.: издательский центр «Академия», 2020. — 528 с

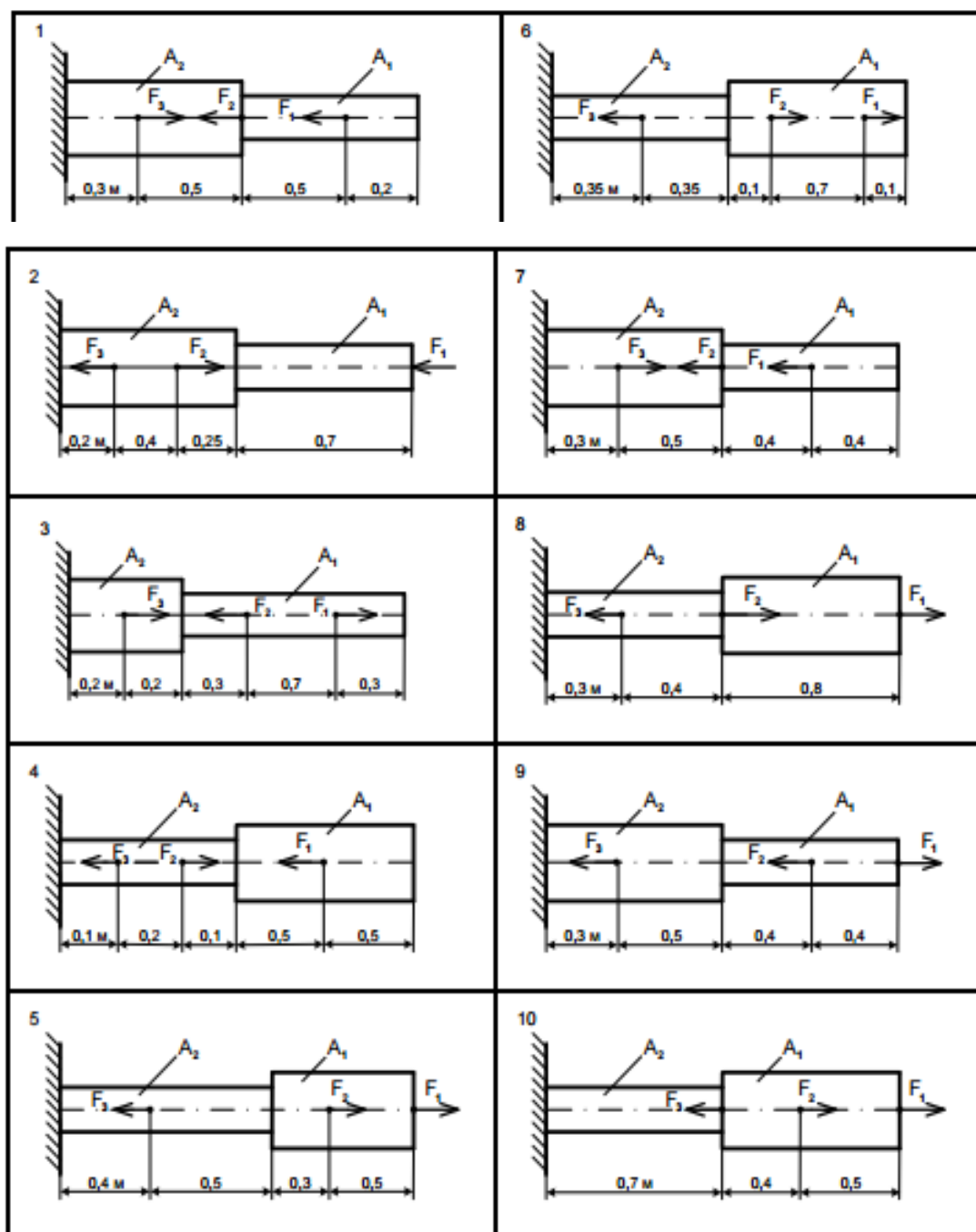


Рисунок 5. Исходные схемы

Таблица 6 Исходные данные

Схема в соответствии с рисунком 98	Вариант	Сила, кН			Площадь поперечного сечения, см ²	
		F ₁	F ₂	F ₃	A ₁	A ₂
1	01	30	10	5	1,8	3,2
	11	16	15	10	1,1	1,8
	21	17	13	8	1,0	2,2
2	30	11	6	2	1,1	1,6
	10	12	5	3	1,0	1,5
	20	18	10	5	1,9	2,7
3	02	16	25	28	1,2	3,8
	12	8	13	14,5	0,6	2,1
	23	15	24	29	1,3	3,9
4	03	26	9	3	1,9	1,6
	13	14	5	1,5	1,0	0,7
	22	24	10	3,5	2,0	1,7
5	05	14	16	10	2,1	1,9
	15	17	19	13	2,4	2,1
	25	20	18	12	2,5	2,2
6	04	28	22	12	4,8	2,6
	14	19	14	4	2,9	1,8
	24	26	20	10	4,6	2,4
7	07	17	13	8	2	2,5
	17	20	17	10	2,2	2,7
	27	14	10	6	1,7	2,3
8	06	10	12	13	0,9	0,7
	16	17	19	20	1,6	1,4
	26	9	11	12	1,0	0,8
9	09	40	55	24	2,8	3,4
	19	31	46	20	1,9	2,5
	29	25	41	18	1,6	2,1
10	08	29	2	54	1,9	1,4
	18	15	1,1	34	0,8	0,5
	28	30	4	56	2,0	1,5

Практическое занятие №7

Тема: «Срез и смятие»

Наименование работы : «Практические расчеты на срез и смятие».

Цель занятия: применять на практике формулы для расчета прочности при срезе и смятии

Приобретаемые навыки и умения:

- определять виды деформаций
- определять внутренние силовые факторы при срезе и смятии
- применять на практике расчеты на прочность при срезе и смятии

Контрольные вопросы при допуске к работе

1. На каких допущениях основаны расчеты на срез?
2. Какова зависимость между допускаемыми напряжениями растяжения, среза и смятия?
3. По каким формулам производят расчет на срез и смятие? Сформулируйте условие прочности;
4. Что такое смятие?
5. На каких допущениях основаны расчеты на смятие?
6. как определяется площадь смятия, если поверхность смятия цилиндрическая и поверхность смятия плоская?
7. чем отличается расчет на прочность при сдвиге односрезной заклепки от двухсрезной?
8. диаметр заклепки увеличился в 2 раза. Как изменится расчетное напряжение среза?
 - 1) уменьшится в 2 раза; 2) уменьшится в 4 раза;
9. во сколько раз изменится допускаемая нагрузка на сварное соединение, если толщина шва уменьшится вдвое (при прочих равных условиях)?
 - 1) уменьшится в 4 раза; 2) уменьшится в 2 раза

Задание

Проверить прочность стержня на растяжение, его головки на срез и опорной поверхности под головкой на смятие, если $[\sigma_p]=110 \text{ Н/мм}^2$, $[\sigma_{см}]=120 \text{ Н/мм}^2$, $[\tau_{ср}]=60 \text{ Н/мм}^2$

Порядок выполнения задания

1. Ознакомится с заданием рисунок 6.
2. Из таблицы 7 выбрать числовые данные значения по номеру своего варианта.
3. Вычертить заданную схему.
4. Записать данные своего варианта.
5. Определить площадь поперечного сечения стержня;
6. Определить рабочее напряжение в поперечном сечении;
7. Определить площадь среза и найти касательные напряжения;
8. Определить площадь смятия;
9. Определить рабочее напряжение смятия;
10. Проверить выполняется ли условия прочности, сделать вывод;
11. Оформить и сдать отчет на проверку преподавателю в конце занятия

Содержание отчета

- записать номер практического занятия;
- записать наименование практического занятия;
- переписать полностью текст задания;
- вычертить схему;
- записать краткое дано в соответствии с вариантом;
- привести полное решение задачи с краткими пояснениями;
- записать список использованной справочной и учебной литературы (с заголовком «Литература»).

Библиография::

1. Молотников, В. Я. Техническая механика : учебное пособие / В. Я. Молотников. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 476 с. — ISBN 978-5 8114-2403-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156926>
2. Техническая механика : учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Епифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148215>
3. Аркуша, А. И. Техническая механика. Теоретическая механика и сопротивление материалов : учебник / А. И. Аркуша. - 9-е изд. - М. : URSS, 2019. - 354 с.
4. Эрдеди, А.А.. Техническая механика : учебник для студентов СПО /А.А.Эрдеди, Н.А.Эрдеди. — М.: издательский центр «Академия», 2020. — 528 с

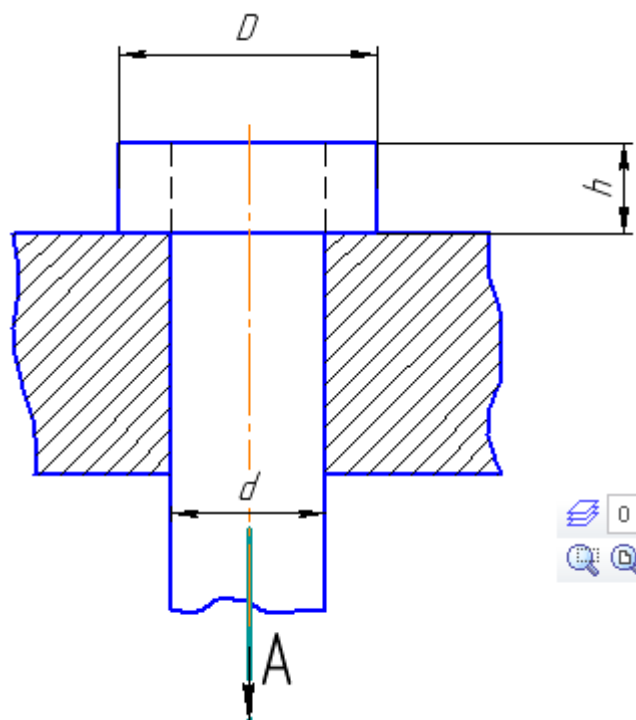


Рисунок 6. Исходная схема

Таблица 7 Исходные данные

Вариант задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F, кН	10	20	40	55	60	40	35	40	50	35
D, мм	90	75	120	50	45	60	80	45	30	45
d, мм	40	30	15	15	35	40	50	30	15	35
h, мм	10	30	13	4	5	6	7	10	3	5
Вариант задания	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
F, кН	15	25	45	50	65	10	20	30	55	60
D, мм	45	45	30	120	60	45	70	80	90	75
d, мм	25	35	15	80	45	30	65	65	40	30
h, мм	5	10	3	20	15	10	13	20	10	30
Вариант задания	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
F, кН	20	15	50	45	55	35	30	10	60	65
D, мм	25	60	45	25	50	90	25	45	35	30
d, мм	15	55	30	15	32	40	20	25	25	25
h, мм	7,5	16	8	5	12	15	3	5	5	3

Практическое занятие №8

Тема: «Кручение»

Наименование работы : «Расчет на прочность и жесткость бруса круглого поперечного сечения при кручении Построение эпюр крутящих моментов, касательных напряжений».

Цель занятия: научиться строить эпюры крутящих моментов, применять на практике формулы для расчета прочности и жесткости при кручении

Приобретаемые навыки и умения:

- определять виды деформаций
- определять внутренние силовые факторы при кручении
- применять на практике расчеты на прочность и жесткость при кручении
- графически изображать распределение внутренних усилий в поперечных сечениях бруса

Контрольные вопросы при допуске к работе

1. Что такое чистый сдвиг?
2. Что называется абсолютным и относительным сдвигом?
3. Напишите формулу, выражающую закон Гука при сдвиге?
4. Что такое модуль сдвига?
5. Напишите формулу зависимости между модулем продольной упругости, модулем сдвига и коэффициентом Пуассона.
6. Что называется скручивающим моментом?
7. Какой случай нагружения бруса круглого поперечного сечения называется кручением?
8. Что называется относительным углом закручивания и полным углом закручивания?
9. Какие основные допущения приняты при изучении теории кручения бруса круглого сечения?
10. Что такое крутящий момент и чему он равен в произвольном сечении скручиваемого бруса?
11. Как строится эпюра крутящих моментов?
12. Что называется жесткостью сечения бруса при кручении?
13. Напишите формулы для определения полного угла закручивания.
14. Какие напряжения возникают в поперечном сечении скручиваемого цилиндрического бруса и как они распределяются по этому сечению?

Задание

Для стального вала постоянного поперечного сечения определить значения крутящих моментов, построить эпюру крутящих моментов, определить диаметр вала из расчетов на прочность и жесткость, приняв в первом случае сечение вала- круг, а во втором кольцо с соотношением внутреннего и внешнего диаметра $d/D = 0,7$.

Сравнив полученные результаты выбрать наиболее рациональное из двух сечений, Считать, что $G = 8 \cdot 10^4$ МПа, $[\tau] = 30$ МПа, $\varphi_0 = 0,02$ рад/м. Окончательно принимаемое значение диаметра вала округлить до ближайшего стандартного значения

Порядок выполнения задания

1. Ознакомится с заданием рисунок 7.
2. Из таблицы 8 выбрать числовые данные значения по номеру своего варианта.
3. Вычертить заданную схему.
4. Записать данные своего варианта.
5. Разбиваем брус на участки, границами участков являются сечения, в которых приложены скручивающие моменты;
6. Определить внешние скручивающие моменты;
7. Определить величину крутящих моментов на участках бруса;
8. Построить эпюру крутящих моментов;
9. По наибольшему крутящему моменту определить требуемый диаметр вала для двух вариантов;
10. Сравнить полученные значения и сделать вывод, какое из двух сечений будет более рациональным, удовлетворяя условиям прочности и жесткости;
11. Оформить и сдать отчет на проверку преподавателю в конце занятия

Содержание отчета

- записать номер практического занятия;
- записать наименование практического занятия;
- переписать полностью текст задания;
- вычертить схему;
- записать краткое дано в соответствии с вариантом;
- привести полное решение задачи с краткими пояснениями;
- записать список использованной справочной и учебной литературы (с заголовком «Литература»).

Библиография::

1. Молотников, В. Я. Техническая механика : учебное пособие / В. Я. Молотников. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 476 с. — ISBN 978-5 8114-2403-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156926>

2. Техническая механика : учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Епифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148215>

3. Аркуша, А. И. Техническая механика. Теоретическая механика и сопротивление материалов : учебник / А. И. Аркуша. - 9-е изд. - М. : URSS, 2019. - 354 с.

4. Эрдеди, А.А.. Техническая механика : учебник для студентов СПО / А.А. Эрдеди, Н.А. Эрдеди. — М.: издательский центр «Академия», 2020. — 528 с

Таблица 7 Исходные схемы

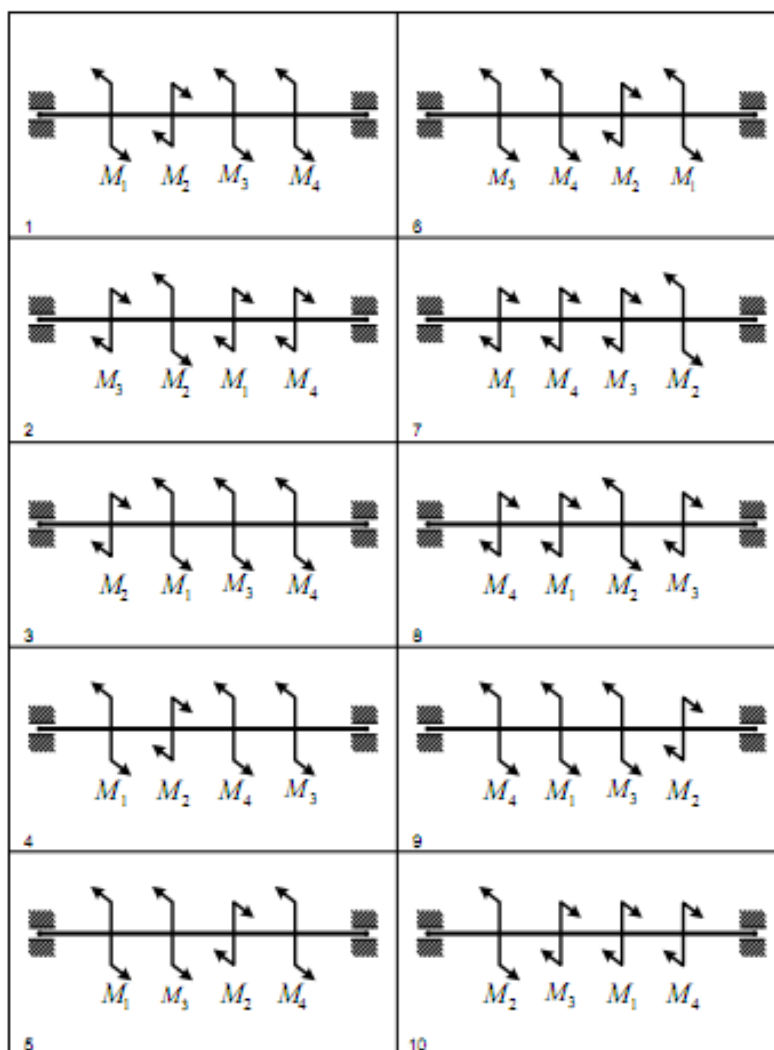


Рисунок 7 Исходные схемы

Приложение 9

Таблица 8 Исходные данные

Схема в соответствии с рисунком 108	Вариант	Мощность, кВт			Угловая скорость, с ⁻¹
		P ₁	P ₂	P ₄	
1	25	35	20	15	20
	12	150	10	50	45
	30	40	25	20	25
2	01	130	90	40	45
	13	100	65	25	35
	24	90	45	20	20
3	02	15	10	35	16
	15	75	80	25	40
	27	55	65	25	20
4	03	60	40	20	20
	14	150	10	75	55
	26	95	70	45	35
5	05	100	18	50	20
	17	50	15	25	18
	29	40	12	20	20
6	04	60	15	80	55
	16	45	10	60	30
	28	50	10	75	30
7	07	18	35	40	10
	19	16	30	45	12
	21	20	35	100	25
8	06	20	50	30	10
	18	40	10	55	16
	20	65	14	80	35
9	09	52	10	60	32
	11	30	0	45	15
	23	35	80	50	18
10	08	80	95	75	25
	10	75	12	90	30
	22	42	60	55	18

Практическое занятие №9

Тема: «Изгиб»

Наименование работы : «Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.
Определение реакций опор и размеров поперечного сечения балки из условия прочности...».

Цель занятия: научиться строить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов
применять на практике формулы для расчета прочности при изгибе

Приобретаемые навыки и умения:

- определять виды деформаций;
- определять внутренние силовые факторы при изгибе;
- применять на практике расчеты на прочность при изгибе;
- графически изображать распределение внутренних усилий в поперечных сечениях балки по всей длине.

Контрольные вопросы при допуске к работе

1. Что такое изгиб?
2. Какие внутренние силовые факторы возникают при изгибе?
3. Какой вид напряжений вызывает при изгибе изгибающий момент и как они распределяются в сечении?
4. Сформулируйте правила построения эпюр поперечных сил и правило знаков для их определения?
5. Назовите формулу для определения напряжения при изгибе.
6. Сформулируйте правила построения эпюр изгибающих моментов и правило знаков для их определения?
7. Какие геометрические характеристики сечений применяют при изгибе и как определяются их значения?
8. Перечислите основные виды расчетов на прочность при изгибе ?
9. Какие основные допущения приняты при рассмотрении деформации изгиба?

Задание

Для заданной двухопорной балки определить реакции опор, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.

Подобрать из условия прочности размеры поперечного сечения прямоугольника , приняв $h=2b$. Считать $[\sigma] = 150 \text{ МПа}$. Данные своего варианта взять из таблицы 9 и рисунка 10.

Порядок выполнения задания

1. Ознакомиться с заданием рисунок 8.
2. Из таблицы 9 выбрать числовые данные значения по номеру своего варианта.
3. Вычертить заданную схему.
4. Записать данные своего варианта.
5. Определить реакции опор;
6. Разбиваем балку на участки, по характерным сечениям;
7. Определить значения поперечных сил в характерных сечениях;
8. Построить эпюру поперечных сил;
9. Определить значения изгибающих моментов в характерных сечениях;
10. Построить эпюру изгибающих моментов;
11. По наибольшему изгибающему моменту из условия прочности при изгибе определить требуемый размер сечения балки;
12. Сделать вывод о выполнении условия прочности;
13. Оформить и сдать отчет на проверку преподавателю в конце занятия

Содержание отчета

- записать номер практического занятия;
- записать наименование практического занятия;
- переписать полностью текст задания;
- вычертить схему;
- записать кратко дано в соответствии с вариантом;
- привести полное решение задачи с краткими пояснениями;
- записать список использованной справочной и учебной литературы (с заголовком «Литература»).

Библиография::

1. Молотников, В. Я. Техническая механика : учебное пособие / В. Я. Молотников. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 476 с. — ISBN 978-5 8114-2403-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156926>
2. Техническая механика : учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Епифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148215>
3. Аркуша, А. И. Техническая механика. Теоретическая механика и сопротивление материалов : учебник / А. И. Аркуша. - 9-е изд. - М. : URSS, 2019. - 354 с.
4. Эрдеди, А.А.. Техническая механика : учебник для студентов СПО /А.А.Эрдеди, Н.А.Эрдеди. — М.: издательский центр «Академия», 2020. — 528 с

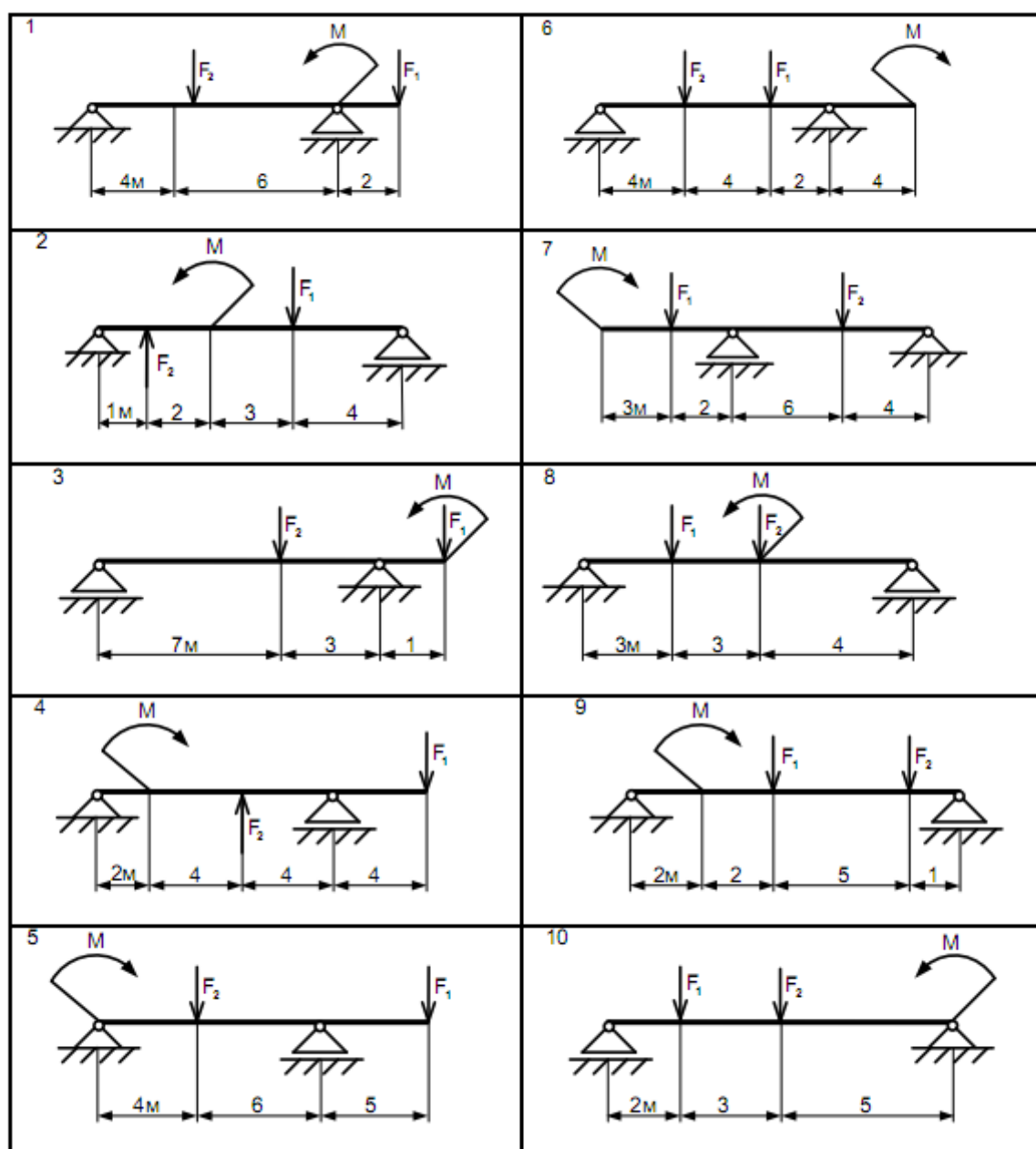


Рисунок 8 Исходные схемы

Таблица 9 Исходные данные

Схема в соответствии с рисунком 113	Вариант	Сила, кН		Момент, кН·м
		F ₁	F ₂	M
1	30	20	10	12
	15	12	8	20
	29	10	20	15
2	01	2	6	10
	14	14	5	8
	28	20	14	10
3	02	5	20	4
	17	12	16	5
	21	10	20	30
4	03	10	15	2
	16	1	6	8
	20	2	10	3
5	05	20	1	2
	19	15	2	3
	23	30	4	1
6	04	3	2	10
	18	5	4	8
	22	12	16	5
7	07	5	2	6
	11	8	1	4
	25	10	2	5
8	06	1	2,5	2
	10	4	3	10
	24	2	4,5	6
9	09	2	4	1
	12	4	1,5	10
	27	6	2	12
10	08	6,5	1,4	2
	13	1	2	14
	26	3,5	8	5

Практическое занятие №10

Тема: «Фрикционные передачи»

Наименование работы : «Расчет фрикционной передачи».

Цель занятия: закрепить теоретические знания по изучаемой теме, получить первичные навыки проектных расчетов, научиться грамотно, пользоваться справочной литературой.

Приобретаемые навыки и умения:

- выполнять геометрические и кинематические расчеты фрикционных передач;
- применять на практике расчеты на прочность фрикционных передач;

Контрольные вопросы при допуске к работе

1. Перечислите основные виды фрикционных передач?
2. Какими достоинствами и недостатками обладают фрикционные передачи?
3. Какие материалы применяются для изготовления рабочих поверхностей фрикционных катков?
4. Как обеспечивается непрерывное нажатие катков фрикционных передач ?
5. Объясните процесс усталостного выкрашивания рабочих поверхностей катков закрытой передачи.
6. Что такое заедание рабочих поверхностей катков?
7. Какие устройства называют вариаторами?
8. Что такое диапазон регулирования вариатора и как он определяется ?
9. Можно ли применять фрикционную передачу для изменения скорости приводных колес автомобилей?
10. Какой вариатор называют торковым?

Задание

Определить максимальную и минимальную угловые скорости ведомого катка и силу прижатия катков к роликам торкового вариатора, работающего в масляной ванне. Диапазон регулирования $D=4$. Число роликов 2, материал катков закаленная сталь HRC 61 .

Порядок выполнения задания

1. Ознакомится с заданием рисунок 9.
2. Из таблицы 10 выбрать числовые данные значения по номеру своего варианта.
3. Вычертить заданную схему.
4. Записать данные своего варианта.
5. Определить максимальное и минимальное передаточное число вариатора
6. Определить максимальную и минимальную угловые скорости ведомого катка
7. Определить значения момента вращения на ведущем катке;
8. Определить максимальную окружную скорость на ведущем катке;
9. Определить силу прижатия катков к ролику;
10. Оформить и сдать отчет на проверку преподавателю в конце занятия

Содержание отчета

- записать номер практического занятия;
- записать наименование практического занятия;
- переписать полностью текст задания;
- вычертить схему;
- записать кратко дано в соответствии с вариантом;
- привести полное решение задачи с краткими пояснениями;
- записать список использованной справочной и учебной литературы (с заголовком «Литература»).

Библиография::

1. Иванов, М. Н. Детали машин : учебник для среднего профессионального образования / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. — 16-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 409 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10937-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/456887>
2. Олофинская, В. П. Детали машин : крат. курс, практ. занятия и тестовые задания: учеб. пособие / В. П. Олофинская. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Форум, 2021. - 231 с.
3. Куклин Н.Г., Куклина Г.С. Детали машин. - М.: Высшая школа .2019.-383 с.

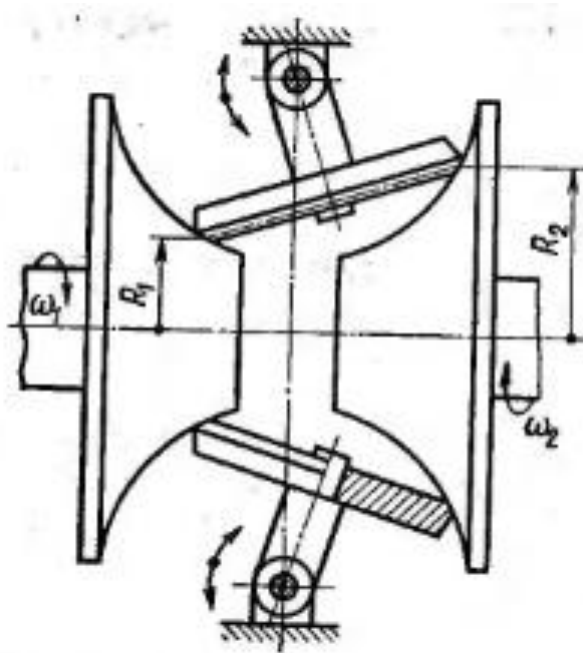


Рисунок 9 Схема торового вариатора

Таблица 10 Исходные данные

Вариант задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R _{min} , мм	10	20	40	55	60	40	35	40	50	35
P ₁ , кВт	0,90	0,75	1,20	5,0	4,5	0,60	1,20	0,45	3,0	0,8
W ₁ , рад/с	40	30	15	15	90	105	30	120	75	115
Вариант задания	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
R _{min} , мм	15	25	45	50	65	10	20	30	55	60
P ₁ , кВт	1,20	5,0	4,5	0,60	1,20	0,45	3,0	1,50	0,90	0,75
W ₁ , рад/с	115	125	75	30	105	90	15	15	40	30
Вариант задания	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R _{min} , мм	20	15	50	45	55	35	30	10	60	65
P ₁ , кВт	0,45	3,0	1,50	0,90	0,75	0,45	0,75	1,20	0,9	1,5
W ₁ , рад/с	30	105	90	15	15	40	30	115	125	75

Практическое занятие №11

Тема: «Зубчатые передачи»

Наименование работы : «Расчет цилиндрической зубчатой передачи на контактную прочность и изгиб».

Цель занятия: закрепить теоретические знания по изучаемой теме, получить первичные навыки проектных расчетов, научиться грамотно, пользоваться справочной литературой.

Приобретаемые навыки и умения:

- выполнять геометрические и кинематические расчеты цилиндрических зубчатых передач;
- применять на практике расчеты на прочность зубчатых передач;
- определять значения коэффициентов интерполированием
- подбирать по справочной литературе значения основных параметров зубчатой передачи

Контрольные вопросы при допуске к работе

- 1.Приведите классификацию зубчатых передач?
2. Какими достоинствами и недостатками обладают зубчатые передачи?
3. В чем сущность основной теории зацепления?
4. Что называется шагом и модулем зубчатого зацепления ?
5. Из каких материалов изготавливают зубчатые колеса.
6. Почему рекомендуется принимать для шестерни материал лучшего качества, чем для колеса?
7. Какой параметр зубчатой передачи является основным?
8. Какие силы возникают в зацеплении цилиндрических зубчатых колес?
9. Как влияет число зубьев на их форму и прочность?
10. От каких параметров зубчатого колеса зависит контактная выносливость зубьев?

Задание

Рассчитать открытую цилиндрическую прямозубую передачу редуктора привода конвейера и проверить передачу на контактную усталость рабочих поверхностей зубьев, если мощность на ведущем валу редуктора P_1 и угловая скорость вала w_1 . Передаточное число редуктора и. Редуктор нереверсивный, предназначенный для длительной работы при постоянной нагрузке

Данные своего варианта взять из таблицы 11.

Порядок выполнения задания

1. Ознакомится с заданием рисунок 10.
2. Из таблицы 11 выбрать числовые данные значения по номеру своего варианта.
3. Вычертить заданную схему.
4. Записать данные своего варианта;
5. Определить вращающие моменты на валу шестерни и колеса;
6. Определить допускаемое контактное напряжение по материалу колеса;
7. Определить допускаемое напряжение изгиба по материалу шестерни и колеса;
8. Определить межосевое расстояние из условия контактной усталости зубьев;
9. Определить предварительные размеры колеса;
10. Определить модуль зубьев;
11. Определить суммарное число зубьев шестерни и колеса;
12. Определить основные геометрические размеры передачи;
13. Определить силы в зацеплении колес и окружную скорость зубчатых колес;
14. Определить фактическое контактное напряжение рабочих поверхностей зубьев;
15. Проверить прочность зубьев шестерни и колеса на изгиб;
16. Оформить и сдать отчет на проверку преподавателю в конце занятия

Содержание отчета

- записать номер практического занятия;
- записать наименование практического занятия;
- вычертить схему;
- переписать полностью текст задания;
- записать краткое дано в соответствии с вариантом;
- привести полное решение задачи с краткими пояснениями;
- записать вывод о прочности передачи на изгиб;
- записать список использованной справочной и учебной литературы (с заголовком «Литература»).

Библиография::

1. Иванов, М. Н. Детали машин : учебник для среднего профессионального образования / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. — 16-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 409 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10937-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/456887>
2. Олофинская, В. П. Детали машин : крат. курс, практ. занятия и тестовые задания: учеб. пособие / В. П. Олофинская. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Форум, 2021. - 231 с.
3. Куклин Н.Г., Куклина Г.С. Детали машин. - М.: Высшая школа .2019.-383 с.

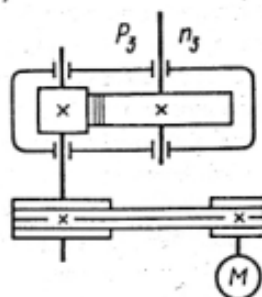


Рисунок 10 Исходная схема цилиндрической прямозубой передачи

Таблица 11 Исходные данные

№ варианта	Вращающий момент на колесе, T_2 , Н·м	Передаточное число передачи, U	Коэффициент ширины венца колеса $\psi_{ba\omega}$	Число зубьев шестерни z_1	Твердость материала шестерни HB ₂
1.	108	4,0	0,1	18	235
2.	120	2,0	0,125	19	240
3.	200	2,5	0,16	20	245
4.	250	3,15	0,25	21	250
5.	360	4,0	0,1	22	255
6.	480	5,0	0,125	23	260
7.	92	6,3	0,16	24	265
8.	110	2,24	0,25	25	235
9.	180	2,8	0,1	18	240
10.	220	3,55	0,125	19	245
11.	380	4,5	0,16	20	250
12.	520	5,6	0,25	21	255
13.	102	7,1	0,1	22	260
14.	108	2,5	0,125	23	265
15.	210	3,15	0,16	24	235
16.	260	4,0	0,25	25	240
17.	350	5,0	0,1	18	245
18.	460	6,3	0,125	19	250
19.	98	2,24	0,16	20	255
20.	115	2,8	0,25	18	260
21.	190	3,55	0,1	19	265
22.	240	4,5	0,125	20	235
23.	340	5,6	0,16	21	240
24.	500	7,1	0,25	22	245
25.	85	4,0	0,1	23	250
26.	94	2,0	0,125	24	255
27.	106	2,5	0,16	25	260
28.	275	3,15	0,25	18	265
29.	368	4,0	0,16	19	270
30.	400	5,0	0,25	20	275

Практическое занятие №12

Тема: «Червячные передачи»

Наименование работы : «Расчет червячной передачи на контактную прочность и изгиб».

Цель занятия: закрепить теоретические знания по изучаемой теме, получить первичные навыки проектных расчетов, научиться грамотно, пользоваться справочной литературой.

Приобретаемые навыки и умения:

- выполнять геометрические и кинематические расчеты червячных передач;
- применять на практике расчеты на прочность червячных передач;
- определять значения коэффициентов интерполированием
- подбирать по справочной литературе значения основных параметров червячной передачи

Контрольные вопросы при допуске к работе

- 1.Приведите классификацию червячных передач?
2. Какими достоинствами и недостатками обладают червячные передачи?
3. Из каких соображений выбирают число витков червяка?
4. Каково минимальное число зубьев червячного колеса?
5. Из каких материалов изготавливают червячную пару?
6. Почему в червячной передаче возникает скольжение и как оно влияет на работу передачи?
7. Какой параметр червячной передачи является основным?
8. Какие силы возникают в зацеплении червячной пары?
9. Каковы основные виды разрушения зубьев червячных колес?
10. Почему для червячных передач опасен перегрев?

Задание

Рассчитать червячную передачу редуктора с верхним расположением червяка. и проверить передачу на усталость по контактным напряжениям и напряжениям изгиба, если мощность на валу червяка P_1 и угловая скорость вала ω_1 . Передаточное число редуктора i . Редуктор нереверсивный, предназначенный для длительной работы при постоянной нагрузке.

Червяк выполнен из стали 40X HRC 45...50, венец колеса из бронзы. Данные своего варианта взять из таблицы 12.

Порядок выполнения задания

1. Ознакомиться с заданием рисунок 11.
2. Из таблицы 12 выбрать числовые данные значения по номеру своего варианта.
3. Вычертить заданную схему.
4. Записать данные своего варианта;
5. Определить вращающие моменты на валу червяка и колеса;
6. Выбрать число витков червяка
7. Определить допускаемое контактное напряжение по материалу венца колеса;
8. Определить допускаемое напряжение изгиба по материалу венца колеса;
9. Определить межосевое расстояние червячной передачи;
10. Определить коэффициент диаметра червяка ;
11. Определить модуль зацепления;
12. Определить основные геометрические размеры червяка;
13. Определить фактическую скорость скольжения и К.П.Д. передачи;
14. Определить силы в зацеплении червячной передачи;
15. Проверить прочность зубьев червячного колеса по контактным напряжениям;
16. Проверить прочность зубьев колеса по напряжениям изгиба;
17. Оформить и сдать отчет на проверку преподавателю в конце занятия

Содержание отчета

- записать номер практического занятия;
- записать наименование практического занятия;
- вычертить схему червячного редуктора;
- переписать полностью текст задания;
- записать краткое дано в соответствии с вариантом;
- привести полное решение задачи с краткими пояснениями;
- записать вывод о прочности передачи на изгиб;
- записать список использованной справочной и учебной литературы (с заголовком «Литература»).

Библиография::

1. Иванов, М. Н. Детали машин : учебник для среднего профессионального образования / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. — 16-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 409 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10937-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/456887>
2. Олофинская, В. П. Детали машин : крат. курс, практ. занятия и тестовые задания: учеб. пособие / В. П. Олофинская. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Форум, 2021. - 231 с.
3. Куклин Н.Г., Куклина Г.С. Детали машин. - М.: Высшая школа .2019.-383 с.

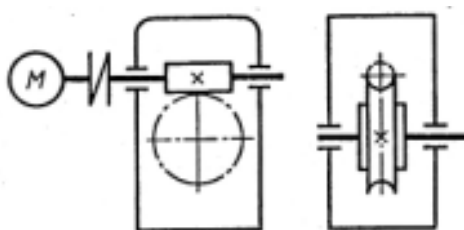


Рисунок 11 Исходная схема червячного редуктора

Таблица 12 Исходные данные

Вариант задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>и</i>	14	12,50	16	18	14	16	18	20	25	20
P ₁ , кВт	7	5,5	6,5	5,0	4,5	6	8	4,5	3,0	3,8
W ₁ , рад/с	140	130	155	150	190	105	230	120	275	115
Вариант задания	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>и</i>	16	18	20	25	20	14	12,50	16	18	14
P ₁ , кВт	5,0	4,5	6	8	4,5	7	5,5	6,5	5,0	7,5
W ₁ , рад/с	115	125	275	300	105	190	155	150	240	230
Вариант задания	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>и</i>	16	18	14	16	18	14	12,50	16	18	14
P ₁ , кВт	4,5	3,0	7,5	4,5	8	3,5	7	8	7,5	6,5
W ₁ , рад/с	300	105	90	150	159	140	130	115	125	275

Практическое занятие №13

Тема: «Ременные передачи»

Наименование работы : «Расчет ременной передачи».

Цель занятия: закрепить теоретические знания по изучаемой теме, получить первичные навыки проектных расчетов, научиться грамотно, пользоваться справочной литературой.

Приобретаемые навыки и умения:

- выполнять геометрические и кинематические расчеты ременных передач;
- определять значения коэффициентов интерполированием
- подбирать по справочной литературе значения основных параметров ремня и расчетных коэффициентов.

Контрольные вопросы при допуске к работе

- 1.Приведите классификацию ременных передач?
2. Какими достоинствами и недостатками обладают ременные передачи?
3. Назовите типы клиновых ремней и охарактеризуйте их?
4. Назовите типы плоских ремней и охарактеризуйте их?
5. Из каких материалов изготавливают шкивы ременных передач?
6. Почему у некоторых шкивов плоскоремennых передач обод делают выпуклым?
7. Какой параметр ременной передачи является основным?
8. Как определить натяжение в ветвях ремня при работе передачи?
9. В чем сущность усталостного разрушения ремней?
10. Назовите К.П.Д. ременных передач?

Задание

Рассчитать плоскоремennую передачу от электродвигателя к редуктор привода ленточного транспортера . Требуемая мощность электродвигателя P_1 , угловая скорость ω_1 . Передаточное число ременной передачи i . Нагрузка близкая к постоянной, работа двухсменная.

Порядок выполнения задания

1. Ознакомится с заданием рисунок 12.
2. Из таблицы 13 выбрать числовые данные значения по номеру своего варианта.
3. Записать данные своего варианта
4. Вычертить заданную схему.
5. По передаваемой мощности и по угловой скорости принять сечение ремня [1, с.266] ;
6. Для принятого сечения ремня выбрать высоту сечения ремня и принять диаметр малого шкива[1, с.263-264];
7. Определить скорость ремня и сравнить ее с допустимой;
8. Определить расчетный диаметр большого шкива[1, с.246];
9. Определить фактическое передаточное число;
10. Определить межосевое расстояние ременной передачи;
11. Вычислить расчетную длину ремня [1, с.242];
12. Проверить долговечность ремня по числу пробегов ремня в секунду;
13. Определить угол обхвата ремнем малого шкива [1, с.243];
14. Определить допускаемую мощность , передаваемую одним ремнем [1, с.266];
15. Определить число ремней в комплекте передачи ; [1, с.268]
16. Определить силу предварительного натяжения ремней [1, с.268];
17. Определить силы, действующие на валы;
18. Оформить и сдать отчет на проверку преподавателю в конце занятия

Содержание отчета

- записать номер практического занятия;
- записать наименование практического занятия;
- вычертить схему
- переписать полностью текст задания;;
- записать краткое дано в соответствии с вариантом;
- привести полное решение задачи с краткими пояснениями;
- записать вывод о принятом виде ремня;
- записать список использованной справочной и учебной литературы (с заголовком «Литература»).

Библиография::

1. Иванов, М. Н. Детали машин : учебник для среднего профессионального образования / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. — 16-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 409 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10937-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/456887>
2. Олофинская, В. П. Детали машин : крат. курс, практ. занятия и тестовые задания: учеб. пособие / В. П. Олофинская. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Форум, 2021. - 231 с.
3. Куклин Н.Г., Кукина Г.С. Детали машин. - М.: Высшая школа .2019.-383 с.

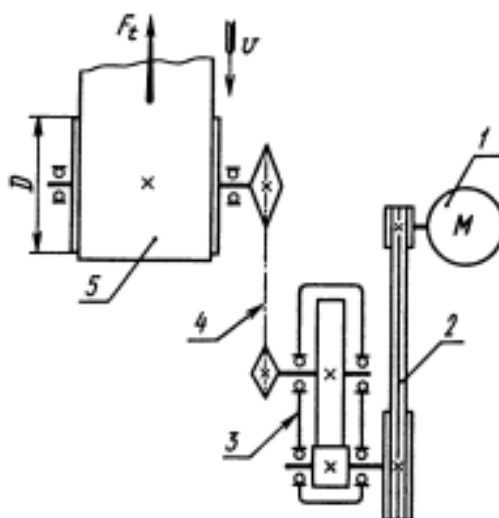


Рисунок 12 Схема привода ленточного транспортера:

1-электродвигатель; 2- ременная передача; 3-редуктор; 4- цепная передача;

5-ленточный транспортер

Таблица 13 Исходные данные

Вариант задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>u</i>	2	2,50	3	18	3,5	4	4,5	5	5,5	6
P_1 , кВт	1,1	1,5	2,2	3,0	4,0	1,5	2,2	4,0	5,0	7,5
W_1 , рад/с	140	130	155	150	190	105	230	120	275	115
Вариант задания	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>u</i>	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	2
P_1 , кВт	1,5	1,1	3	5,5	4,5	7	3,5	2,5	5,0	7,5
W_1 , рад/с	115	125	275	300	105	190	155	150	240	230
Вариант задания	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>u</i>	3	3,5	4	4,5	5	4	4,5	5	5,5	6
P_1 , кВт	2,5	3,0	7,5	4,5	1,1	3,5	7	8	4,5	6,5
W_1 , рад/с	300	105	90	150	159	140	130	115	125	275

Практическое занятие №14

Тема: «Опоры валов и осей»

Наименование работы : «Подбор подшипников по динамической грузоподъемности.».

Цель занятия: закрепить теоретические знания по изучаемой теме, получить первичные навыки проектных расчетов, научиться грамотно, пользоваться справочной литературой.

Приобретаемые навыки и умения:

- выполнять расчеты по определению радиальных опорных реакций подшипников;
- определять значения коэффициентов интерполированием
- подбирать по справочной литературе значения основных параметров подшипников и расчетных коэффициентов.

Контрольные вопросы при допуске к работе

- 1.Из каких деталей состоят подшипники качения?
2. Какими достоинствами и недостатками обладают подшипники качения ?
3. Назовите основные типы шарико- и роликоподшипников по конструкции и где они применяются?
4. Назовите типы подшипников -408; 7305, 8105, 204?
5. Из каких материалов изготавливают тела качения , кольца и сепараторы?
6. Укажите основные причины выхода из строя подшипников качения?
7. Что такое базовая статическая грузоподъемность подшипников качения?
8. Могут ли радиальные шарикоподшипники воспринимать осевую нагрузку ?
9. Для чего применяется смазка подшипников качения и как она осуществляется?
10. От чего зависит долговечность подшипника?

Задание

Для ведущего вала цилиндрической прямозубой передачи редуктора подобрать по ГОСТу шарикоподшипники 1,2 радиальные. На зубья шестерни действуют силы: окружная F_t , радиальная $F_r = 0.364 F_t$.

Диаметр цапф вала d , Частота вращения n , частота вращения $n=950$ об/мин. Расстояние $a=1,6 d$, Требуемая долговечность подшипника $L_{тр}$, Рабочая температура $t < 100^\circ \text{C}$. Данные своего варианта взять по таблице 14.

Порядок выполнения задания

1. Ознакомится с заданием рисунок 13.
2. Из таблицы 14 выбрать числовые данные значения по номеру своего варианта.
3. Записать данные своего варианта
4. Вычертить заданную схему.
5. Начертить расчетную схему нагружения вала силами F_t и F_r , а также опорными реакциями в двух взаимно перпендикулярных плоскостях XY и XZ
6. Определить опорные реакции в горизонтальной и вертикальной плоскостях:
 - a. (XZ) $R_{1r} = R_{2r} = F_t / 2$;
 - b. (XY) $R_{1b} = R_{2b} = F_r / 2$;
7. Определить результирующие радиальные реакции подшипников относительно опор:
 - a. $R_{1r} = R_{2r} = \sqrt{R_{1b}^2 + R_{1t}^2} = \sqrt{R_{2b}^2 + R_{2t}^2}$;
8. Ввиду отсутствия осевой силы $F_a = 0$ выбираем шарикоподшипники радиальные однорядные;
9. Принимаем расчетные коэффициенты [1, с.331];
10. Определить эквивалентную нагрузку для радиального шарикоподшипника;
11. Вычислить расчетную долговечность подшипника (полученное значение должно быть требуемого, в противном случае необходимо принять подшипник средней серии и повторить расчет)
12. Оформить и сдать отчет на проверку преподавателю в конце занятия

Содержание отчета

- записать номер практического занятия;
- записать наименование практического занятия;
- вычертить схему
- переписать полностью текст задания;;
- записать краткое дано в соответствии с вариантом;
- привести полное решение задачи с краткими пояснениями;
- записать вывод о выборе подшипника;
- записать список использованной справочной и учебной литературы (с заголовком «Литература»).

Библиография::

1. Иванов, М. Н. Детали машин : учебник для среднего профессионального образования / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. — 16-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 409 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10937-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/456887>
2. Олофинская, В. П. Детали машин : крат. курс, практ. занятия и тестовые задания: учеб. пособие / В. П. Олофинская. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Форум, 2021. - 231 с.
3. Куклин Н.Г., Куклина Г.С. Детали машин. - М.: Высшая школа .2019.-383 с.

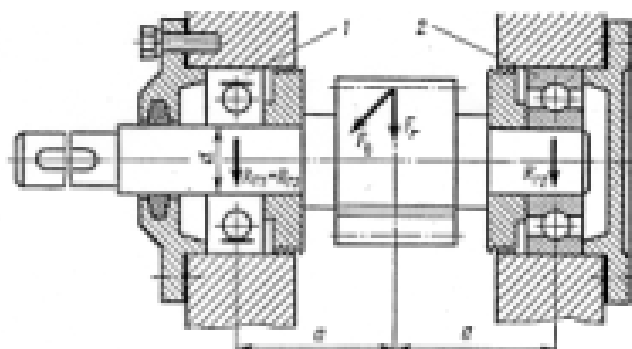


Рисунок 13 Исходная схема

Таблица 14 Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ft, kH	2	2,50	3	4	3,5	4	4,5	5	5,5	6
d , мм	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
L _{тр} , ч	12·10 ³	20·10 ³	10·10 ³	15·10 ³	12·10 ³	15·10 ³	12·10 ³	20·10 ³	10·10 ³	10·10 ³
Характер нагрузки	Умеренные толчки	Значительные толчки	Легкие толчки	Умеренные толчки	Значительные толчки	Легкие толчки	Умеренные толчки	Легкие толчки	Значительные толчки	Умеренные толчки
Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ft, kH	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	2
d , мм	60	65	25	30	35	40	45	50	55	25
L _{тр} , ч	20·10 ³	12·10 ³	15·10 ³	10·10 ³	12·10 ³	20·10 ³	15·10 ³	12·10 ³	10·10 ³	20·10 ³
Характер нагрузки	Значительные толчки	Умеренные толчки	Легкие толчки	Значительные толчки	Умеренные толчки	Легкие толчки	Значительные толчки	Умеренные толчки	Легкие толчки	Значительные толчки
Вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ft, kH	3	3,5	4	4,5	5	4	4,5	5	5,5	6
d , мм	30	35	40	45	50	55	25	30	35	40
L _{тр} , ч	12·10 ³	10·10 ³	15·10 ³	20·10 ³	12·10 ³	10·10 ³	12·10 ³	15·10 ³	20·10 ³	12·10 ³
Характер нагрузки	Легкие толчки	Значительные толчки	Умеренные толчки	Легкие толчки	Значительные толчки	Умеренные толчки	Легкие толчки	Значительные толчки	Умеренные толчки	Легкие толчки

Заключение

Целью данных методических указаний является четкое обеспечение организации проведения практических занятий. В пояснительной записке к методическим указаниям по выполнению практических занятий по учебной дисциплине «Техническая механика» предназначенных для студентов всех форм обучения по специальности 15.02.08 «Технология машиностроения» и специальности 15.02.14 «Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств» подробно изложена :

- методика проведения практических занятий;
- порядок оформления отчета о проделанной работе;
- критерии оценок;
- рекомендуемый список литературы.

Настоящие методические указания помогают студентам всех форм обучения:

- закрепить теоретические знания по пройденным темам;
- при выполнении заданий ориентироваться в выборе справочной литературы;
- принимать самостоятельные решения при выборе кинематических характеристик механических передач

В ходе выполнения практических занятий у студентов формируется аналитическое и логическое мышление, возрастает уровень технических знаний, развивается умение проводить мониторинг и анализ полученной информации.

В заданиях даны все необходимые ссылки на справочный материал, необходимый для проведения расчетов и анализа о проделанной работе, что позволяет экономить учебное время в процессе занятия и помогает студентам , пропустившим занятия самостоятельно разобраться с практическим заданием.

Тематика практических занятий охватывает наиболее значимые разделы «Теоретической механики», «Сопротивления материалов» и «Деталей машин».

Навыки и знания , полученными студентами, при выполнении практических занятий, представленных в данной методической разработке, создадут необходимый базис знаний для решения производственных задач на практике в ходе трудовой деятельности.

Список используемой литературы:

Основные источники:

1. Молотников, В. Я. Техническая механика : учебное пособие / В. Я. Молотников.
2. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 476 с. — ISBN 978-5 8114-2403-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156926>
3. 2.Техническая механика : учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Епифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148215>
4. Иванов, М. Н. Детали машин : учебник для среднего профессионального образования / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. — 16-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 409 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10937-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/456887>
5. 4.Аркуша, А. И. Техническая механика. Теоретическая механика и сопротивление материалов : учебник / А. И. Аркуша. - 9-е изд. - М. : URSS, 2020. - 352 с.
6. 5.Эрдеди, Алексей Алексеевич. Э75 Теоретическая механика : учебное пособие / А.А.Эрдеди, Н.А.Эрдеди.— 2-е изд., стер. — М.: КНОРУС, 2020. — 204 с. — (Бакалавриат). ISBN 978-5-406-05956-2URSS. 2016. 352 с. ISBN 978-5-9710-3233-5.

Интернет-ресурсы и дополнительные источники:

7. 6.Олофинская, В. П. Детали машин : крат. курс, практ. занятия и тестовые задания: учеб. пособие / В. П. Олофинская. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Форум, 2013. - 231 с.
8. 7.Аркуша, А. И. Руководство к решению задач по теоретической механике : учеб. пособие / А. И. Аркуша. - 4-е изд. - М. : URSS, 2014. - 288 с
9. 8.Электронный учебник по дисциплине: “Теоретическая механика”. Форма доступа:http://de.ifmo.ru/bk_netra/start.php?bn=29.
10. 9.Электронный учебный курс по дисциплине“Сопротивление материалов”.Форма доступа:http://mysopromat.ru/uchebnye_kursy/sopromat/.
11. 10.Электронный учебный курс по дисциплине“Детали машин”.Форма доступа: <http://www.detalmach.ru/>.

Пример 1.

Двухступенчатый стальной брус, длины ступеней которого указаны на схеме, нагружен силами F_1, F_2, F_3 . Построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений по длине бруса. Определить перемещение Δl свободного конца бруса, приняв $E=2 \cdot 10^5$ МПа.

Дано: $F_1=25$ кН

$F_2=41$ кН

$F_3=18$ кН

$A_1=1,6$ см²

$A_2=2,1$ см²

Решение:

1. Отмечаем участки на брус

2. Определяем значения продольной силы на участках:

$$N_I = F_1 = 25 \text{ кН}$$

$$N_{II} = F_1 - F_2 = 25 - 41 = -16 \text{ кН}, \quad N_{III} = F_1 - F_2 = 25 - 41 = -16 \text{ кН}$$

$$N_{IV} = F_1 - F_2 - F_3 = 25 - 41 - 18 = -34 \text{ кН}$$

Строим эпюру продольных сил.

3. Вычисляем значения нормальных напряжений:

$$\sigma_I = N_I / A_1 = 25 \cdot 10^3 / 1,6 \cdot 10^2 = 156 \text{ Н/мм}^2 = 156 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{II} = N_{II} / A_1 = -16 \cdot 10^3 / 1,6 \cdot 10^2 = -100 \text{ Н/мм}^2 = -100 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{III} = N_{III} / A_1 = -16 \cdot 10^3 / 2,1 \cdot 10^2 = -76 \text{ Н/мм}^2 = -76 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{IV} = N_{IV} / A_2 = -34 \cdot 10^3 / 2,1 \cdot 10^2 = -162 \text{ Н/мм}^2 = -162 \text{ МПа}$$

Строим эпюру нормальных напряжений

4. Определяем перемещение свободного конца бруса:

$$\Delta l = \Delta l_I + \Delta l_{II} + \Delta l_{III} + \Delta l_{IV}$$

$$\Delta l_I = N_I \cdot l_I / E \cdot A_1 = 25 \cdot 10^3 \cdot 0,4 \cdot 10^3 / 2 \cdot 10^5 \cdot 1,6 \cdot 10^2 = 0,312 \text{ мм}$$

$$\Delta l_{II} = N_{II} \cdot l_{II} / E \cdot A_1 = -16 \cdot 10^3 \cdot 0,4 \cdot 10^3 / 2 \cdot 10^5 \cdot 1,6 \cdot 10^2 = -0,2 \text{ мм}$$

$$\Delta l_{III} = N_{III} \cdot l_{III} / E \cdot A_1 = -16 \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot 10^3 / 2 \cdot 10^5 \cdot 2,1 \cdot 10^2 = -0,19 \text{ мм}$$

$$\Delta l_{IV} = N_{IV} \cdot l_{IV} / E \cdot A_2 = -34 \cdot 10^3 \cdot 0,3 \cdot 10^3 / 2 \cdot 10^5 \cdot 2,1 \cdot 10^2 = -0.242 \text{ мм}$$

$$\Delta l = 0,312 - 0.2 - 0.19 - 0.242 = -0,32 \text{ мм}$$

Брус будет сжат на **0,32 мм**

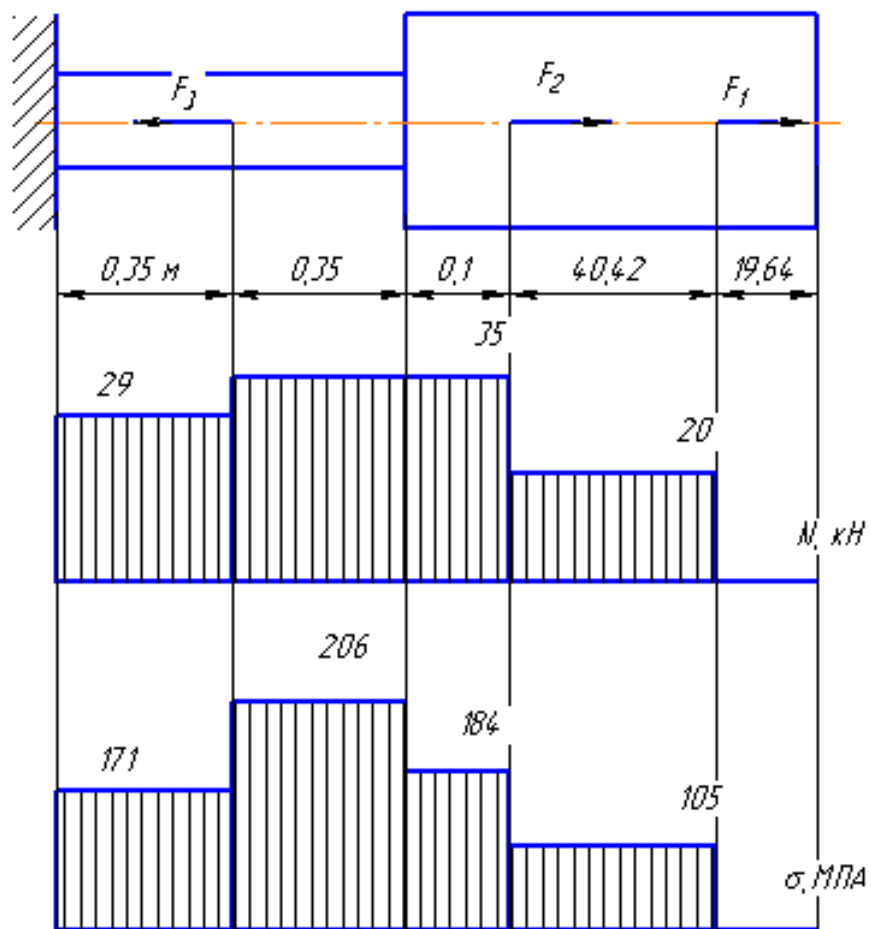


Рисунок 1. Двухступенчатый брус с эярами нормальных сил и нормальных напряжений

Пример 2.

Для заданной двухопорной балки определить реакции опор, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Подобрать из условия прочности размеры поперечного сечения прямоугольника, приняв $h=2b$.

Считать $[\sigma] = 150 \text{ МПа}$

$F_1 = 10 \text{ кН}$

$F_2 = 20 \text{ кН}$

$M = 15 \text{ кН} \cdot \text{м}$

Решение :

1. Определяем опорные реакции и проверяем их найденные значения

$$\sum M_A = 0; -F_2 \cdot AC + R_B \cdot AB - F_1 \cdot AD + M = 0$$

$$R_B = (F_2 \cdot AC + F_1 \cdot AD - M) / AB = (20 \cdot 4 + 10 \cdot 12 - 15) / 10 = 18.5 \text{ кН}$$

$$\sum M_B = 0; F_2 \cdot CB - R_A \cdot AB + M - F_1 \cdot BD = 0$$

$$R_A = (F_2 \cdot CB - F_1 \cdot BD + M) / AB = (20 \cdot 6 - 10 \cdot 2 + 15) / 10 = 11.5 \text{ кН}$$

$$\text{Проверка : } \sum Y = 0, R_A + R_B - F_1 - F_2 = 0,$$

$$18.5 + 11.5 - 20 - 10 = 0$$

Реакции опор определены верно.

2. Делим балку на участки по характерным сечениям А, В, С, Д

3. Определяем в характерных сечениях значения поперечной силы и строим эпюру слева направо

$$Q_A = R_A = 11.5 \text{ кН}$$

$$Q_{\text{С лев.}} = R_A = 11.5 \text{ кН}$$

$$Q_{\text{С прав}} = R_A - F_2 = 11.5 - 20 = -8.5 \text{ кН}$$

$$Q_{\text{В лев}} = R_A - F_2 = 11.5 - 20 = -8.5 \text{ кН}$$

$$Q_{\text{В пр}} = R_A - F_2 + R_B = 11.5 - 20 + 18.5 = 10 \text{ кН}$$

$$Q_{\text{Д}} = R_A - F_2 + R_B = 11.5 - 20 + 18.5 = 10 \text{ кН}$$

4. Определяем в характерных сечениях значения изгибающего момента и строим эпюру

$$M_A=0$$

$$M_C = R_A \cdot AC = 11,5 \cdot 4 = 46 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{Влев}} = R_A \cdot AB - F_2 \cdot CB = 11,5 \cdot 10 - 20 \cdot 6 = -5 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{Впр}} = R_A \cdot AB - F_2 \cdot CB - M = 11,5 \cdot 10 - 20 \cdot 6 - 15 = -20 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_D = R_A \cdot AD - F_2 \cdot CD + R_B \cdot BD - M = 11,5 \cdot 12 - 20 \cdot 8 + 18,5 \cdot 2 - 15 = 0 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

5. Вычисляем размеры сечения балки из условий прочности на изгиб, принимая сечение - прямоугольник, приняв $h=2b$.

$$W_X = M_{\max} / [\sigma] = 46 \cdot 10^6 / 150 = 0,306 \cdot 10^6 \text{ мм}^3, \text{ используя формулу } W_X = bh^2 / 6$$

и учитывая, что $h=2b$ находим

$$b = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot W_X}{4}} = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 0,306 \cdot 10^6}{4}} = 77 \text{ мм};$$

$$h = 2 \cdot 77 = 154 \text{ мм}$$

Итак, сечение бруса 77x154 мм

Вычерчиваем расчетную схему бруса, наносим на ней силы, реакции опор, моменты и по расчетным значениям строим эпюру поперечных сил и изгибающих моментов.

Список используемой литературы:

1. Аркуша А.И. Техническая механика. Теоретическая механика и сопротивление материалов: Учебник. - М.: Высшая школа, 1989.-352с.
2. Эрдеди А.А. Медведев Ю.А., Эрдеди Н.А. Техническая механика. Теоретическая механика. Сопротивление материалов. Учебник для машиностроительных специализированных техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. Высшая школа. 1991 – 304 с.
3. Покровский В.Е., Столярчук А.И. Техническая механика.-М.:Высшая школа, 1990-160с.

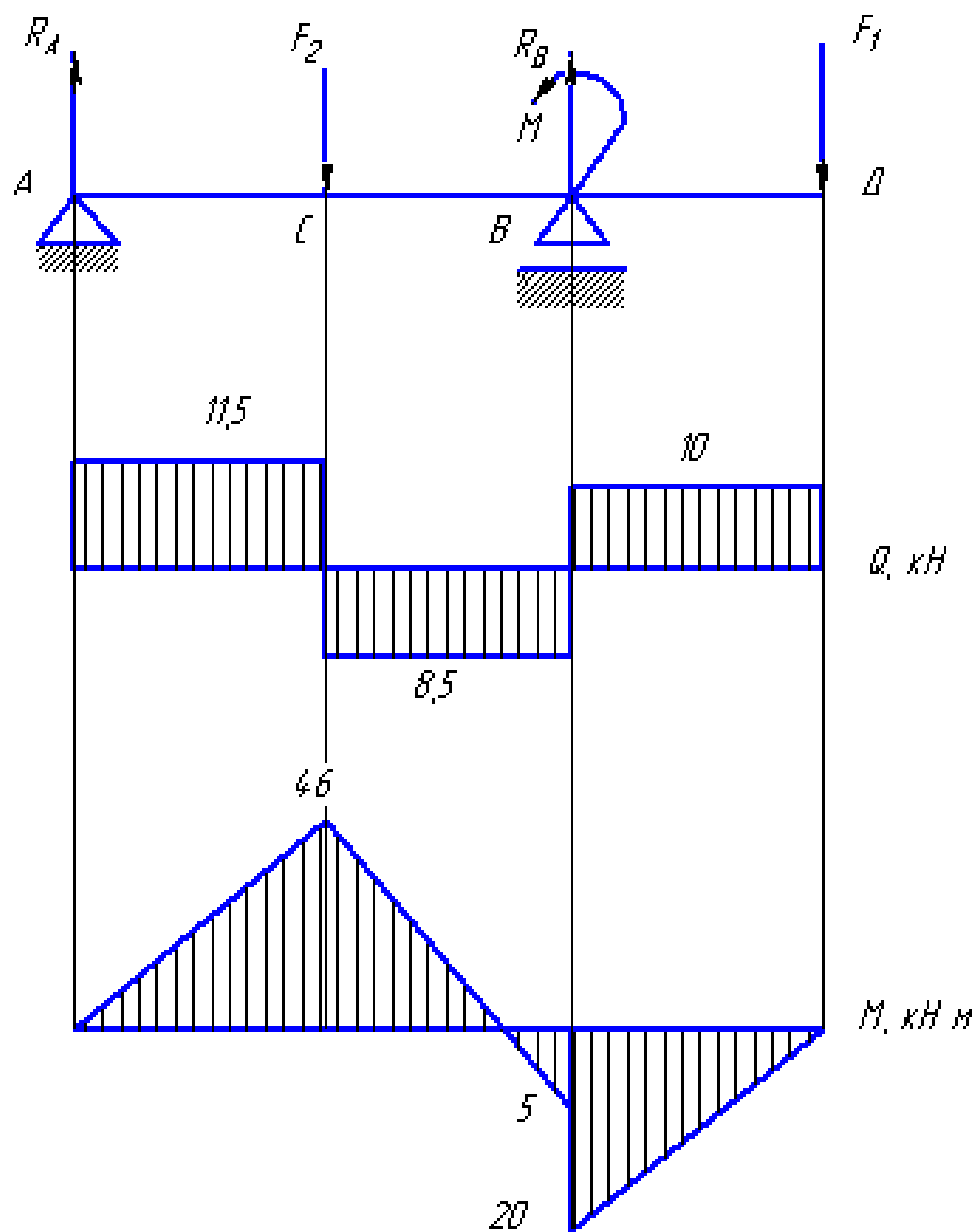


Рисунок 2. Исходная балка с эпюрами поперечных сил и изгибающих моментов

Пример 3.

Рассчитать открытую цилиндрическую прямозубую передачу редуктора привода конвейера и проверить передачу на контактную усталость рабочих поверхностей зубьев, если мощность на ведущем валу редуктора P_1 и угловая скорость вала ω_1 . Передаточное число редуктора i . Редуктор нереверсивный, предназначенный для длительной работы при постоянной нагрузке.

Дано:

$$P_1 = 7,5 \text{ кВт}$$

$$\omega_1 = 48 \text{ рад/с}$$

$$i = 3,5$$

Марка стали шестерни и колеса -40Х

Термообработка – улучшение

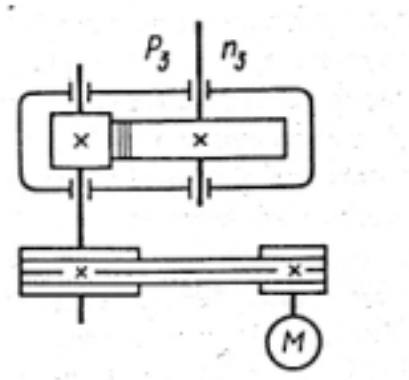


Рисунок 3. Исходная схема цилиндрической прямозубой передачи

1. Определяем вращающие моменты на валу шестерни и валу колеса:

$$T_1 = 10^3 \cdot P_1 / \omega_1 = 10^3 \cdot 7,5 / 48 = 156 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_2 = T_1 \cdot i \cdot \eta = 156 \cdot 3,5 \cdot 0,95 = 518 \text{ Н} \cdot \text{м} ,$$

где η – КПД открытой цилиндрической прямозубой передачи

2. Для заданной марки стали и термообработки зубчатых колес выбираем значения твердости и предела текучести

для шестерни $HВ_1 = 269 \dots 302$; $HВ_{1cp} = 286$

для колеса $HВ_2 = 235 \dots 262$; $HВ_{2cp} = 249$ [1, с. 125]

3. Определяем допускаемое контактное напряжение по материалу колеса, как менее прочного по сравнению с прочностью материала шестерни по формуле:

$$[\sigma_H] = K_{HL} \cdot [\sigma_{H0}]_2;$$

где K_{HL} – коэффициент долговечности, при длительной работе $K_{HL}=1$

$$[\sigma_{H0}]_2 = 1,8 \cdot HB_{2cp} + 67 = 1,8 \cdot 249 + 67 = 515 \text{ Н/мм}^2$$

4. Определяем допускаемое напряжение изгиба для материала шестерни и колеса по формуле:

$$[\sigma_F]_1 = K_{FL} \cdot [\sigma_{FO}]_1$$

$$[\sigma_F]_2 = K_{FL} \cdot [\sigma_{FO}]_2,$$

где $[\sigma_{FO}]_1$ и $[\sigma_{FO}]_2$ допускаемое напряжение изгиба для материала шестерни и колеса

$$[\sigma_{FO}]_1 = 1,03 \cdot HB_{1cp} = 286 \cdot 1,03 = 295 \text{ Н/мм}^2$$

$$[\sigma_{FO}]_2 = 1,03 \cdot HB_{2cp} = 249 \cdot 1,03 = 257 \text{ Н/мм}^2$$

где K_{FL} – коэффициент долговечности, при длительной работе $K_{FL}=1$

$$[\sigma_F]_1 = 295 \text{ Н/мм}^2$$

$$[\sigma_F]_2 = 257 \text{ Н/мм}^2$$

5. Принимаем расчетные коэффициенты

Коэффициент ширины венца относительного межосевого расстояния

$$\Psi_a = b_2/a_w$$

$$\Psi_a = 0,4 \dots 0,5 \text{ [1, с.137]}$$

Вычисляем коэффициент ширины венца относительного делительного диаметра шестерни:

$$\psi_d = 0,5 \Psi_a (u+1) = 0,5 \cdot 0,5 \cdot (3,5 + 1) = 1,12$$

Коэффициент неравномерности распределения нагрузки по длине контура зубьев $K_{H\beta}=1$

6. Определяем межосевое расстояние передачи из условия контактной усталости рабочих поверхностей зубьев:

$$a_w = 49,5(u+1) \cdot \sqrt[3]{T_2 \cdot K_{H\beta} / (\Psi_a \cdot u^2 \cdot [\sigma_H]^2)} = 49,5(3,5+1) \cdot \sqrt[3]{518 \cdot 1000 \cdot 1 / 0,5 \cdot 3,5^2 \cdot 515^2} = 152 \text{ мм}$$

Принимаем $a_w = 160 \text{ мм}$ [1, с.137]

7. Определяем предварительные размеры колеса:

$$d_2 = 2 \cdot a_w \cdot i / (i+1) = 2 \cdot 160 \cdot \frac{3,5}{3,5+1} = 249 \text{ мм}$$

$$\text{ширина венца } b_2 = \Psi_a \cdot a_w = 0,5 \cdot 160 = 80 \text{ мм}$$

8. Определяем модуль зубьев из условия обеспечения их равной контактной и изгибной прочности по формуле:

$$m \geq 2 \cdot K_m \cdot T_2 / (d_2 \cdot b_2 \cdot [\sigma_F]_2) = 2 \cdot 6,8 \cdot 518 \cdot 10^3 / 249 \cdot 80 \cdot 257 = 1,37,$$

где $K_m = 6,8$ вспомогательный коэффициент

$$\text{принимаяем } m' = 1,3 \cdot m = 1,3 \cdot 1,37 = 1,78$$

$$\text{принимаяем } m' = 2 \text{ [1, с.114]}$$

9. Определяем суммарное число зубьев и число зубьев шестерни и колеса:

$$z_\Sigma = 2 a_w / m = 2 \cdot 160 / 2 = 160$$

$$z_1 = z_\Sigma / (i+1) = 160 / (3,5+1) = 36$$

$$z_2 = z_\Sigma - z_1 = 160 - 36 = 124$$

10. Определяем фактическое число передачи:

$$i' = z_2 / z_1 = 124 / 36 = 3,44$$

11. Определяем основные геометрические размеры передачи:

делительные диаметры шестерни и колеса:

$$d_1 = m' \cdot z_1 = 2 \cdot 36 = 72 \text{ мм}$$

$$d_2 = m' \cdot z_2 = 2 \cdot 124 = 248 \text{ мм}$$

$$\text{проверяем межосевое расстояние } a_w = (d_1 + d_2) / 2 = (72 + 248) / 2 = 160 \text{ мм}$$

$$\text{диаметры окружностей вершин зубьев шестерни и колеса: } d_{a1} = d_1 + 2m' = 72 + 2 \cdot 2 = 76 \text{ мм}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m' = 248 + 2 \cdot 2 = 252 \text{ мм}$$

ширина венцов

$$\text{колеса: } b_2 = \Psi_a \cdot a_w = 0,5 \cdot 160 = 80 \text{ мм}$$

$$\text{шестерни } b_1 = b_2 + 2 \dots 5 = 85 \text{ мм}$$

12. Определяем среднюю окружную скорость колес и назначаем степень точности их изготовления:

$$v = \omega_1 \cdot d_1 / 2 = 48 \cdot 72 \cdot 10^{-3} / 2 = 1,7 \text{ м/с}$$

Принимаем 9-ю степень точности [1, с.121].

13. Определяем силы в зацеплении конических зубчатых колес:

$$\text{окружную силу } F_t = 2T_2 / d_2 = 2 \cdot 518 \cdot 10^3 / 248 = 4177 \text{ Н}$$

радиальную силу

$$F_r = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha_w = 0,36 \cdot 4177 = 1503 \text{ Н}$$

14. Уточняем коэффициент ширины венца колеса $\psi_d = b_2 / d_1 = 80 / 72 = 1,1$

$$K_{H\beta} = 1,07 \quad [1, \text{ с.139}]$$

$$K_{HV} = 1,2 \quad [1, \text{ с.138}]$$

$$K_{FV} = 1,14 \quad [1, \text{ с.141}]$$

15. Проверяем контактное напряжение рабочих поверхностей зубьев:

$$\sigma_H = 436 \sqrt{F_t (i + 1) K_{HV} K_{H\beta} / d_2 \cdot b_2} \leq [\sigma_H]$$

$$\sigma_H = 436 \sqrt{4177 \cdot 4,5 \cdot 1,07 \cdot 1,2 / 248 \cdot 80} = 480 \text{ Н/мм}^2 < 515 \text{ Н/мм}^2$$

16. Определяем коэффициенты формы зуба шестерни и колеса:

$$Y_{F1} = 3,7$$

$$Y_{F2} = 3,61 \quad [1, \text{ с.142}]$$

17. Проверяем прочность зубьев шестерни и колеса на изгиб :

$$\sigma_{F1} = Y_{F1} \cdot [F_t / b_2 m] K_{FV} K_{F\beta} \leq [\sigma_F]_1$$

$$\sigma_{F1} = 3,7 \cdot [4177 / 80 \cdot 2] \cdot 1,4 \cdot 1,22 = 165 \text{ Н/мм}^2 < 295 \text{ Н/мм}^2$$

$$\sigma_{F2} = \sigma_{F1} Y_{F2} / Y_{F1} = 165 \cdot \frac{3,61}{3,7} = 164 \text{ Н/мм}^2 < 256 \text{ Н/мм}^2$$

Вывод. Условия прочности выполнено .

Расчет зубчатой передачи произведен верно.

Пример 4.

Ведущий вал цилиндрического косозубого редуктора установлен на радиально-упорных шарикоподшипниках 1 и 2. Частота вращения $n = 1430$ об/мин. На шестерню действуют силы: окружная F_t ; радиальная F_r ; осевая F_a . Диаметр делительной окружности шестерни $d_1 = 50$ мм, расстояние $l = 70$ мм

Определить расчетную долговечность L_{10h} более нагруженного подшипника
Рабочая температура подшипников $t < 100^\circ\text{C}$.

Характер нагрузки – с умеренными толчками.

Дано:

$$F_t = 2.7 \text{ кН}$$

$$F_r = 1.1 \text{ кН}$$

$$F_a = 0.9 \text{ кН}$$

Условное обозначение подшипника – 36307

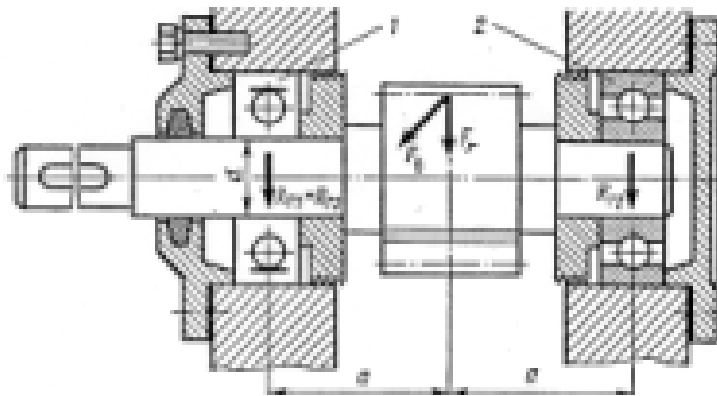


Рисунок 4. Исходная схема

Решение :

1. Для заданного типоразмера подшипника по ГОСТу выбираем:

$$C_r = 48.2 \text{ кН}; \quad d = 60 \text{ мм}; \quad D = 110 \text{ мм}; \quad B = 22 \text{ мм}$$

Угол контакта $\alpha = 12^\circ$

2. Вычерчиваем расчетную схему нагружения вала силами F_t , F_r , F_a , а также опорными реакциями в двух взаимно перпендикулярных плоскостях xu и xz

3. Определяем расстояние от торцов подшипника до точек приложения опорных реакций:

$$a = 0.5(B + 0.5(d + D)) \tan \alpha = 0.5 \cdot (22 + 0.5(60 + 110)) \cdot 0.21 = 20 \text{ мм}$$

4. Определяем опорные реакции подшипников в вертикальной плоскости $R_{1в}$ и $R_{2в}$ от сил F_r и F_a и в горизонтальной плоскости $R_{1г}$ и $R_{2г}$ от силы F_t

Ввиду симметричного расположения силы F_t относительно опор

$$R_{1г} = R_{2г} = F_t/2 = 2,6/2 = 1,3 \text{ кН}$$

Расстояние между точками приложения радиальных реакций подшипников равно $2(l-a) = 2(70-20) = 100 \text{ мм}$, поэтому

$$R_{1в} = \frac{F_r(l-a) - F_a \cdot d/2}{2(l-a)} = \frac{1(70-20) - 0,7 \cdot 50/2}{2(70-20)} = 325 \text{ Н}$$

$$R_{2в} = \frac{F_r(l-a) + F_a \cdot d/2}{2(l-a)} = \frac{1(70-20) + 0,7 \cdot 50/2}{2(70-20)} = 675 \text{ Н}$$

5. Определяем суммарные радиальные опорные реакции подшипников

$$R_{r1} = \sqrt{R_{1в}^2 + R_{1г}^2} = \sqrt{320^2 + 400^2} = 512 \text{ Н}$$

$$R_{r2} = \sqrt{R_{2в}^2 + R_{2г}^2} = \sqrt{1200^2 + 400^2} = 1265 \text{ Н}$$

6. Определяем отношение R_a/C_r , в наше случае $R_a = F_a = 0,7 \text{ кН}$

$$0,7/48,2 = 0,014, \quad e = 0,30 \quad [1, \text{с.331}]$$

7. Определяем осевые составляющие от радиальных реакций

$$R_{s1} = e \cdot R_{r1} = 0,3 \cdot 512 = 154 \text{ Н}$$

$$R_{s2} = e \cdot R_{r2} = 0,3 \cdot 1265 = 380 \text{ Н}$$

В наше случае $R_{s1} < R_{s2}$ и $F_a > R_{s2} - R_{s1}$ поэтому

$$R_{a1} = R_{s1} = 154 \text{ Н}$$

$$R_{a2} = R_{s1} + F_a = 154 + 700 = 854 \text{ Н}$$

8. По таблицам выбираем коэффициенты X и Y

$$R_{a1}/R_{r1} = 154/512 = 0,3 \leq e, \text{ то } X=1, \quad Y=0$$

$$R_{a2}/R_{r2} = 854/1265 = 0,67 > e, \text{ то } X=0,45, \quad Y=1,94 \quad [1, \text{с.337}]$$

9. Принимаем расчетные коэффициенты V, K_6, K_T :

$$V = 1 \text{ (наружное кольцо подшипника неподвижно)}$$

$$K_6 = 1,3$$

$$K_T = 1,0 \quad [1, \text{с.331}]$$

и определяем эквивалентные нагрузки на подшипники,

$$R_{E1} = X \cdot V \cdot R_{r1} K_6 K_T = 1 \cdot 1 \cdot 512 \cdot 1 \cdot 1,3 = 666 \text{ Н}$$

$$R_{E2} = (X \cdot V \cdot R_{r2} + Y \cdot R_{a2}) K_6 K_T = (0,45 \cdot 1 \cdot 1265 + 1,94 \cdot 854) \cdot 1 \cdot 1,3 = 2893 \text{ Н}$$

10. Определяем расчетную долговечность L_{10h} для более нагруженного подшипника 2

$$L_{10h} = \frac{100000}{60 \cdot \pi} \cdot (C_r / R_{E2})^{3,33} = \frac{100000}{60 \cdot 1430} \cdot (48,2 \cdot 10^3 / 2893)^{3,33} = 136385 \text{ ч}$$

Строим эпюры крутящих моментов в вертикальной и горизонтальных плоскостях.

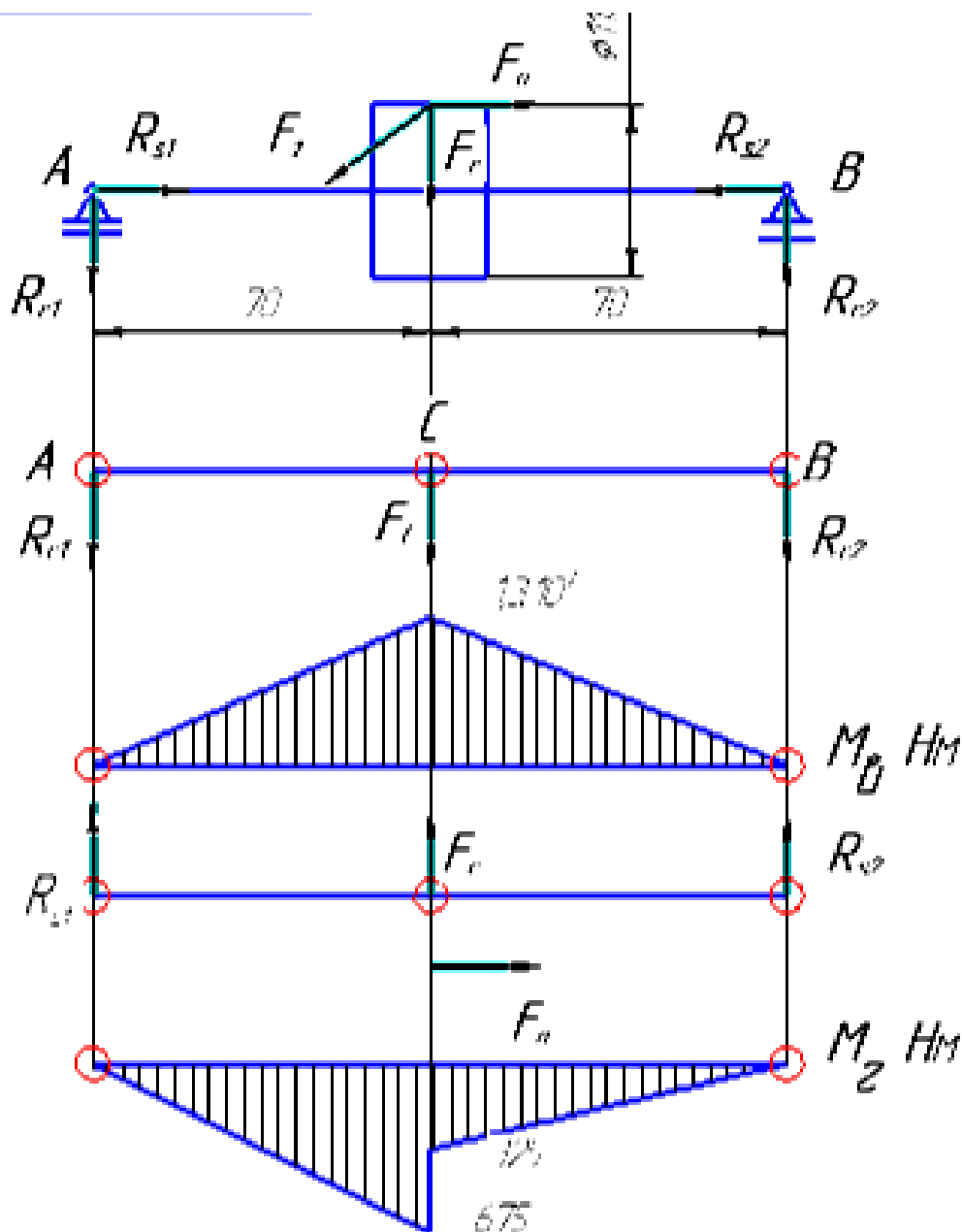


Рисунок 5. Расчетная схема нагружения вала.

Пример 5.

Шкив А получает вращение от ведущего шкива В при помощи ременной передачи. Ведущая ветвь ремня натянута с силой T , ведомая с силой t . Диаметр шкива d . Определить работу, совершаемую данными силами за 15 оборотов шкива А, а также передаваемую ремнем мощность при частоте вращения этого шкива n .

Дано: $T=5$ кН

$t=3,1$ кН

$D=720$ мм

$\varphi=15$ об.

$n= 2000$ об/мин

А- ?, Р-?

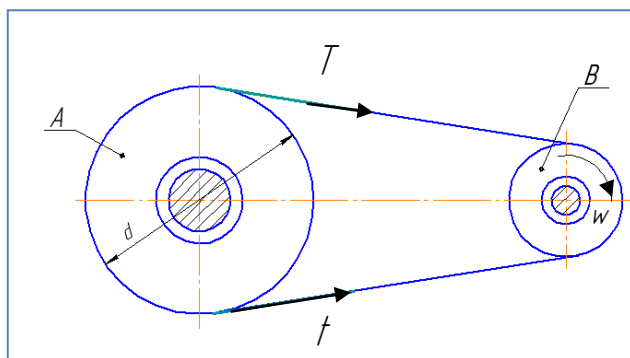


Рисунок 6. Исходная схема.

Решение.

1. Определяем вращающий момент, приложенный к шкиву:

$$M_{\text{вр.}} = T \cdot r - t \cdot r, \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{вр.}} = (5 - 3,1) \cdot \frac{720}{2} \cdot 10^{-3} = 0,684 \cdot 10^{-3} \text{ кН} \cdot \text{м}$$

2. Определяем число оборотов шкива в радианах:

$$\gamma = 2\pi \cdot \varphi, \text{ рад.}$$

$$\gamma = 2 \cdot 3,14 \cdot 15 = 94,2 \text{ рад.}$$

3. Определяем работу в кДж:

$$A = M_{\text{вр.}} \cdot \gamma, \text{ кДж}$$

$$A = 0,684 \cdot 10^{-3} \cdot 94,2 = 6,44 \text{ кДж}$$

2. Определяем угловую скорость шкива:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$$

$$\omega = \frac{3.14 \cdot 2000}{30} = 21 \text{ рад/с}$$

3. Определяем мощность передаваемую ремнем:

$$P = M_{\text{вр.}} \cdot \omega, \text{ кВт}$$

$$P = 0,684 \cdot 21 = 14 \text{ кВт}$$

Пример 6.

Определить реакции опор заданной балки . Схема балки приведена на рис.7.

Дано:

$$F_1 = 10 \text{ кН}$$

$$F_2 = 20 \text{ кН}$$

$$M = 15 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

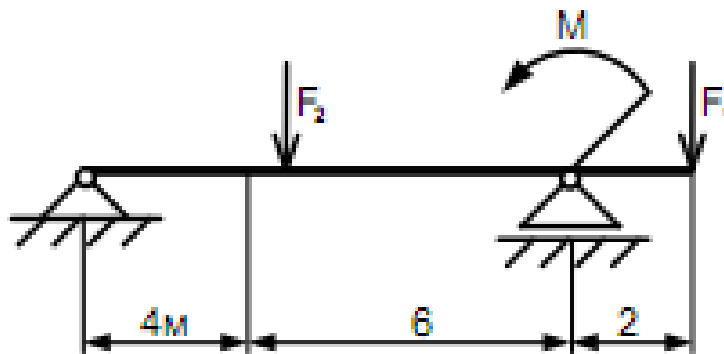


Рисунок 7. Исходная схема.

Решение :

1. Определяем опорные реакции , составляя уравнение моментов всех сил системы относительно точек А и В

$$\sum M_A=0; -F_2 \cdot AC + R_B \cdot AB - F_1 \cdot AD + M = 0$$

$$R_B = (F_2 \cdot AC + F_1 \cdot AD - M) / AB$$

$$R_B = (20 \cdot 4 + 10 \cdot 12 - 15) / 10 = 18.5 \text{ кН}$$

$$\sum M_B=0; F_2 \cdot CB - R_A \cdot AB + M - F_1 \cdot BD = 0$$

$$R_A = (F_2 \cdot CB - F_1 \cdot BD + M) / AB$$

$$R_A = (20 \cdot 6 - 10 \cdot 2 + 15) / 10 = 11.5 \text{ кН}$$

2. По найденным значениям реакций опор необходимо провести проверку.

Для этого составляем уравнение проекций всех сил системы на вертикальную ось Y

$$\text{Проверка: } \sum F_{iy} = 0,$$

$$R_A + R_B - F_1 - F_2 = 0,$$

$$18.5 + 11.5 - 20 - 10 = 0$$

Реакции опор определены верно.

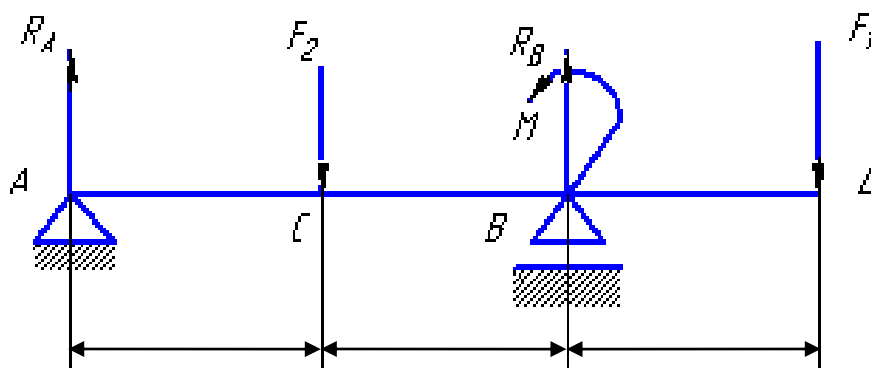


Рисунок 8. Расчетная балка

Пример7.

Ведущий вал цилиндрического прямозубого редуктора установлен на шарикоподшипниках 1и 2 радиально-однорядных . Частота вращения n .

Определить расчетную долговечность L_{10h} подшипников, если радиальная нагрузка на них $R_{r1} = R_{r2} = R_r$. Рабочая температура подшипников $t < 100^\circ\text{C}$.

Дано:

$$R_r = 3 \text{ кН}$$

$$n = 1000 \text{ об/мин}$$

Условное обозначение подшипника -208

Характер нагрузки - значительные толчки

Решение :

1. Для заданного типоразмера подшипника по ГОСТу выбираем:
 $C_r = 25,6 \text{ кН}$; $d = 40 \text{ мм}$; $D = 80 \text{ мм}$; $B = 18 \text{ мм}$

2. Принимаем расчетные коэффициенты V , K_σ , K_T :

$$V = 1$$

$$K_\sigma = 1.3 \dots 1.8 \text{ [1, с.331]}$$

$$K_T = 1$$

3. Определяем эквивалентные нагрузки на подшипники,

$$R_{E1} = V \cdot R_r K_\sigma K_T = 1 \cdot 3000 \cdot 1 \cdot 1.8 = 5400 \text{ Н}$$

4. Определяем расчетную долговечность L_{10h} подшипников

$$L_{10h} = \frac{1000000}{60 \cdot \pi} \cdot (C_r / R_E)^3 = \frac{1000000}{60 \cdot 1000} \cdot (25,6 \cdot 10^3 / 5400)^3 = 17757 \text{ ч}$$

Расчетная долговечность подшипников цилиндрической прямозубой передачи составляет 17757 ч.

