Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Кудрявцев Максим Геннадьевич
Должность: Проректор по образовательной деятельности
Дата подписания: 27.06.2023 20:38:56
Уникальный программный ключ:
790a1a8df252579[illegible]

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ЗАОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(ФГБОУ ВО РГАЗУ)

Факультет «Электроэнергетика и технический сервис»

Кафедра «Эксплуатация и технический сервис машин»

ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

студентам 3 курса среднего профессионального образования специальности 35.02.07 «Механизация сельского хозяйства»

Балашиха 2020

Составитель доцент В.Н. Сивцов

УДК 621.81.(076.5)

Детали машин и основы конструирования. Методические указания по изучению дисциплины и задания для контрольной работы/ Рос.гос. аграр. заоч. ун-т; Сост. В.Н Сивцов. Балашиха, 2020.

Предназначены для 3 курса среднего профессионального образования специальности 35.02.07 – «Механизация сельского хозяйства»

Утверждены методической комиссией факультета «Электроэнергетики и технического сервиса».

Рецензенты: доцент А.С. Сметнев;
ст. преподаватель М.Н. Вихарев.

Раздел 1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Детали машин и основы конструирования» относится к вариативной части циклов основной образовательной программы.

Методические указания по данной дисциплине составлены в соответствии с рабочей учебной программой и рабочими учебными планами.

1.1. Цели и задачи дисциплины

Курс базируется на общенаучных и общепрофессиональных дисциплинах: математике, физике, инженерной графике, технической механике, материаловедению, метрологии и стандартизации.

Изучение дисциплины завершает общепрофессиональную подготовку.

Цель дисциплины – обобщить, углубить и расширить знания, полученные при изучении общепрофессиональных дисциплин, приобрести новые знания и сформировать умения и навыки, необходимые для изучения профессиональных дисциплин – междисциплинарного курса и последующей инженерной деятельности.

Задачи дисциплины – изучение общих принципов расчета и приобретение навыков конструирования, обеспечивающих рациональный выбор материалов, формы, размеров и способов изготовления изделий машиностроения.

В результате изучения дисциплины студент ***должен:***

обладать компетенциями соответствующими основным видам профессиональной деятельности:

1) Подготовка сельскохозяйственных машин и механизмов к работе, комплектование сборочных единиц:

– выполнять регулировку узлов, систем и механизмов двигателя, и приборов электрооборудования (ПК 1.1);

– подготавливать рабочее и вспомогательное оборудование тракторов и автомобилей (ПК 1.6).

3) Техническое обслуживание и диагностирование неисправностей сельскохозяйственных машин и механизмов; ремонт отдельных деталей и узлов:

– осуществлять технологический процесс ремонта отдельных деталей и узлов машин, и механизмов (ПК 3.2);

4) Управление работами машинно-тракторного парка сельскохозяйственной организации:

– участвовать в планировании основных показателей машинно-тракторного парка сельскохозяйственной организации (ПК 4.1).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Иметь практический опыт:

– саморазвития и владения методами повышения квалификации;

– поиска и использования действующих технических регламентов, стандартов, сводов правил;

– осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования.

Уметь:

– конструировать детали и узлы машин общего назначения в соответствии с техническим заданием;

– подбирать справочную литературу, стандарты, а также прототипы конструкций при проектировании;

– учитывать при конструировании требования прочности, надежности, технологичности, экономичности, стандартизации и унификации, охраны труда, промышленной эстетики;

– выбирать наиболее подходящие материалы для деталей машин и рационально их использовать;

– выполнять расчеты типовых деталей и узлов машин, пользуясь справочной литературой и стандартами;

– оформлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в полном соответствии с требованиями ЕСКД;

– широко использовать стандартные элементы и узлы при проектировании новых и модернизации существующих машин, и механизмов, подъемно-транспортного и другого вида оборудования.

Знать:

– историю развития конструкций деталей и роль отечественных ученых в становлении и развитии предлагаемого курса и машиностроения в целом;

– этапы и последовательность проектирования новых машин;

– классификацию, область применения и методику расчета на прочность основных видов соединений, используемых в современном машиностроении;

– классификацию, назначение, принцип работы, роль передач в машиностроении, особенности их расчета и конструирования;

– методику расчета осей и валов, критерии работоспособности и расчета подшипников качения, и скольжения;

– основы проектирования корпусных изделий и расчета соединительных муфт.

1.2. Библиографический список

Основной

1. Олофинская, В.П. Детали машин : крат. курс и тестовые задания: учеб. пособие для ссузов / В.П. Олофинская. - 2-е изд.,испр.и доп. - М. : Форум, 2009. - 207с.

2. Детали машин и основы конструирования : учеб. для бакалавров / под ред. Г.И.Рощина, Е.А.Самойлова. - М. : Юрайт, 2012. - 415с.

3. Андреев, В. И. Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование [электронный ресурс]/ Андреев В.И., Павлова И.В. - Москва : Лань, 2013. // Электронно-библиотечная система «Издательства «Лань». – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=12955.

Дополнительный

1. Эрдеди, А.А. Детали машин : Учеб.для ссузов. - 5-е изд.,стер. - М. : Академия, 2012. - 284с.

2. Хруничева, Т.В. Детали машин:типовые расчеты на прочность : учеб.пособие для ссузов / Т.В.Хруничева. - М. : ФОРУМ:ИНФРА-М, 2012. - 223с. : ил.

3. Детали машин и основы конструирования : учеб. для вузов / под ред. М.Н.Ерохина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : КолосС, 2011. - 512с.

4. Карнаухов И.Е., Горюнов С.В. Детали машин и основы конструирования: Методические разработки для лабораторных и практических занятий/ Рос. гос. аграр. заоч. ун-т; М.; 2012.

1.3. Распределение учебного времени по модулям (разделам) и темам дисциплины, часы

Таблица 1 – Распределение учебного времени.

Наименование модулей и тем дисциплины		Затраты учебного времени				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основные направления развития конструкций механизмов и машин. Основные понятия и определения.	10,0	1,0	-	-	9,0
2.	Разъемные соединения.	30,0	0,5	2,5	1,3	25,7
3.	Неразъемные соединения.	30,0	0,5	-	1,3	28,2
4.	Механические передачи.	50,0	2,0	1,0	-	47,0
5.	Червячные передачи и передачи «Винт - гайка».	40,0	1,0	1,5	-	37,5
6.	Передачи с гибкой связью.	45,0	1,5	1,0	-	42,5
7.	Оси, валы и их опоры.	25,0	1,5	-	-	23,5
8.	Упругие элементы и муфты.	20,0	-	2,0	1,4	16,6
	Итого	250	8,0	8,0	4,0	230,0

Раздел 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ МОДУЛЕЙ ДИСЦИПЛИНЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ИЗУЧЕНИЮ

2.1. Наименование модуля 1. Основные направления развития конструкций механизмов и машин. Основные понятия и определения.

2.1.1. Содержание модуля 1.

Краткие сведения из истории машиностроения. Основные виды изделий машиностроения. Классификация деталей машин по назначению. Основные показатели машин. Общие требования к современным машинам, их деталям и сборочным единицам. Причины выхода из строя и основные критерии работоспособности машин. Пути повышения надежности. Основные требования к материалам деталей и пути их обеспечения при конструировании. Виды нагрузок, действующих на детали машин. Типовые режимы нагружения.

2.1.2. Методические указания по изучению модуля 1.

Ознакомиться с содержанием модуля. Прежде всего, усвоить значение курса «Детали машин и основы конструирования» в решении задач технического совершенствования рабочих машин и оборудования и технического оснащения ими сельскохозяйственного производства, изучить классификацию деталей и узлов машин. Ознакомиться с принципиальными основами расчета деталей машин на прочность, жесткость, устойчивость, износостойкость и теплостойкость. Изучить факторы, от которых зависят допускаемые напряжения и запасы прочности, и существующие методы для их выбора. Выяснить, что представляет собой технологичность деталей машин, и какими способами она достигается. Особое внимание обратить на основные направления повышения надежности и долговечности, на трение и износ в машинах.

2.1.3. Вопросы для самоконтроля.

1. Назовите основные виды изделий машиностроения. 2. Что такое деталь и чем отличаются детали общего и специального назначения? 3. На какие классы делятся машины? 4. Какие критерии обеспечивают безотказную работу машин? 5. Суть критерия надежности. 6. Общие требования к машинам, сборочным единицам и деталям. 7. Основные критерии работоспособности машин. 8. Какие виды изнашивания деталей машин и как предотвратить процесс разрушения поверхности материала? 9. Что такое жесткость детали? 10. Поясните понятие «триботехника».

2.1.4. Задания для самостоятельной работы.

Для самостоятельной работы в межсессионный период студенту предлагается выполнить решения тестовых заданий, составленных в соответствии с содержанием тем модуля. Результаты выполнения заданий для самостоятельной работы должны быть представлены преподавателю с

использованием платформы дистанционного обучения до начала экзаменационной сессии и будут учитываться в рейтинговой оценке знаний студентов по данной дисциплине.

Таблица 2. Тестовые задания к модулю 1.

№	Задание	Варианты ответов	Реализуемые компетенции
1	Совокупность взаимосвязанных звеньев, допускающих их относительное движение и предназначенную для преобразования движения одного или нескольких звеньев в требуемое движение остальных звеньев это…	1. Кинематическая пара; 2. Механизм; 3. Узел; 4. Сборочная единица.	ПК 1.1
2	Устройство, выполняющее механические движения для преобразования энергии, материалов, движения или для накопления и переработки информации с целью повышения производительности замены или облегчения физического и умственного труда человека называется…	1. Механизмом; 2. Машиной; 3. Аппаратом; 4. Агрегатом.	
3	Как называется наработка объекта от начала его эксплуатации или возобновления эксплуатации после ремонта до предельного состояния работоспособности?	1. Средняя наработка до отказа; 2. Средняя наработка на отказ; 3. Технический ресурс (ресурс); 4. Срок службы.	ПК 1.6
4	Что понимается под термином «смазка»?	1. Материал, вводимый на поверхности трения для уменьшения силы трения и интенсивности изнашивания; 2. Действие смазочного материала, в результате которого между двумя поверхностями уменьшается сила трения и интенсивность изнашивания; 3. Подведение смазочного материала к поверхности трения; 4. Нанесение масла на трущиеся поверхности.	
5	Что из перечисленного не относится к показателям ремонтопригодности и сохраняемости?	1. Среднее время восстановления до работоспособного состояния; 2. Средняя наработка до отказа; 3. Вероятность восстановления до работоспособного состояния в заданное время; 4. Сроки сохраняемости: средний и γ – процентный.	ПК 3.2

6	Нагрев стальной детали до температуры выше критической, выдержка при этой температуре и последующее охлаждение со скоростью больше критической, называют ...	1. Отжигом; 2. Отпуском; 3. Закалкой; 4. Нормализацией.	
7	Как называется основной размер детали, определяемый или расчётом, или принятый конструктивно и служащий началом отсчета отклонений?	1. Номинальный размер детали; 2. Действительный размер детали; 3. Предельный размер детали; 4. Отклонение размера.	ПК 4.1
8	Как называется предварительный, упрощенный расчет, выполняемый в процессе разработки конструкции детали (машины) в целях определения ее размеров и материала?	1. Проектный расчет; 2. Проверочный расчет; 3. Рабочий проект; 4. Расчет на жесткость.	

2.2. Наименование модуля 2. Неразъемные соединения.

2.2.1. Содержание модуля 2.

Классификация соединений. Сварные соединения. Типы сварных соединений. Расчет на прочность сварных швов, допускаемые напряжения и запасы прочности. Особенности конструирования сварных соединений. Общие сведения о применении паяных соединений. Припои. Методы пайки. Конструирование и прочность паяных соединений.

Клеевые соединения. Виды клеевых соединений. Прочность клеерезьбовых и клеесварных соединений.

Заклепочные соединения. Классификация. Типовые конструкции узлов заклепочных соединений. Материалы заклепок и допустимые напряжения. Расчет на прочность группового заклепочного соединения.

2.2.2. Методические указания по изучению модуля 2.

При изучении неразъемных соединений основное внимание обратить на виды сварных соединений и сварных швов, области их применения и расчет, преимущества и недостатки сварных конструкций по сравнению с клепаными и литыми. Ознакомиться с нормами допускаемых напряжений для сварных швов. Обратить внимание на суть процесса склеивания, виды клеев, подготовку поверхности деталей к склеиванию, на факторы, влияющие на качество клейки. Научиться рассчитывать на прочность клеевые соединения. Ознакомиться с конструкцией заклепок, их разновидностями, с типами заклепочных швов по назначению и конструкции, областью их применения и расчетом прочных и прочноплотных швов. Особое внимание обратить на виды прессовых посадок с натягом и области их применения в машиностроении, на поведение соединений с натягом цилиндрических поверхностей при нагружении осевой силой и крутящим моментом. Научиться выполнять расчеты этих соединений.

2.2.3. Вопросы для самоконтроля.

1. В чем преимущества сварных соединений перед другими соединениями? 2. В чем заключаются достоинства и недостатки сварных соединений встык и внахлестку? 3. Для какой цели выполняют разделку кромок в сварных деталях? 4. Почему не рекомендуется применять длинные фланговые швы? 5. Какие факторы влияют на прочность сварных соединений? 6. По каким напряжениям рассчитывают стыковые сварные соединения? 7. Какое напряжение вызывает разрушение в угловом шве? 8. Где находится место разрушения детали после качественной сварки – по шву или в зоне термического влияния? 9. Как рассчитывают заклепочное соединение? 10. В каких случаях применяют соединения пайкой и склеиванием?

2.2.4. Задания для самостоятельной работы.

Выполнить мероприятия предусмотренные пунктом 2.1.4, применительно к темам модуля 2.

Таблица 3. Тестовые задания к модулю 2.

№	Задание	Варианты ответов	Реализуемые компетенции
1	Какой способ не применяется при сборке соединений с натягом?	1. Прессование; 2. Нагрев втулки; 3. Нагрев вала; 4. Охлаждение вала.	ПК 1.1
2	Какое соединение деталей обеспечивается без использования дополнительных элементов?	1. Соединение с натягом; 2. Сварное соединение; 3. Клеевое соединение; 4. Клеммовое соединение.	
3	Какие заклепки применяются в соединениях для уменьшения аэро- и гидросопротивления?	1. Сплошные с полукруглой головкой; 2. Сплошные с плоской головкой; 3. Сплошные с потайной головкой; 4. Полупустотелые.	ПК 1.6
4	Угловые швы какой формы применяется при переменных нагрузках, так как значительно снижают концентрацию напряжений?	1. Нормальные швы; 2. Специальные швы; 3. Выпуклые швы; 4. Вогнутые швы.	
5	При какой толщине свариваемых деталей стыковой шов выполняется без предварительной разделки кромок?	1. Более 12 мм; 2. Более 20 мм; 3. Менее 8 мм; 4. Менее 20 мм.	ПК 3.2
6	В качестве горючего газа при газовой сварке используется…	1. Кислород; 2. Ацетилен; 3. Аргон; 4. Азот.	

7	Какой размер детали считается номинальным?	1. Размер, полученный в результате измерения с допустимой погрешностью; 2. Основной размер, определяемый или расчётом, или принятый конструктивно и служащий началом отсчета отклонений; 3. Минимальный размер годной детали; 4. Максимальный размер годной детали.	ПК 4.1
8	Что из перечисленного не является достоинством клеевых соединений?	1. Возможность соединения деталей из разных материалов; 2. Герметичность; 3. Высокая коррозийная стойкость; 4. Теплостойкость.	

2.3. Наименование модуля 3. Разъемные соединения.

2.3.1. Содержание модуля 3.

Классификация резьбовых соединений. Основные параметры резьб. Стандартизация резьб. Условия самоторможения. Расчет резьбовых соединений. Особенности расчета групповых резьбовых соединений. Крепежные детали и типы соединений. Взаимодействия между винтом и гайкой. Расчет плотных резьбовых соединений: присоединений крыши цилиндров, фланцевых соединений труб. Выбор запасов прочности и допустимых напряжений при расчете винтов в зависимости от условий работы, материала. Технологии изготовления и монтажа. Клеммовые соединения. Типы клеммовых соединений, расчет клеммовых соединений с разъемной ступицей и с прорезной ступицей на прочность. Шпоночные соединения. Основные типы шпонок. Расчет шпоночных соединений на прочность. Штифтовые соединения. Области применения и расчет на прочность. Соединения с натягом (типа вал - ступицы). Области применения их в машиностроении. Расчет соединений с натягом. Технология сборки и разборки.

2.3.2. Методические указания по изучению модуля 3.

Изучить резьбы и их разновидности, государственные стандарты резьбы, достоинства, недостатки и области применения отдельных видов резьб. Рассмотреть конструкции болтов, винтов, гаек, шпилек, шайб и гаечных замков, их разновидности по стандартам, их материал. Научиться рассчитывать резьбу и подбирать ее по стандартам, рассчитывать болты и болтовые соединения на прочность. Уяснить разницу в расчетах болтов в зависимости от способа их нагружения. Ознакомиться с методикой расчета групп болтов и с нормами допускаемых напряжений при расчете болтов. Изучить конструкции шпонок, шлицевых и профильных соединений, области их применения, подбор шпонок и шлицевых соединений по стандарту, способы центрирования шлицевых соединений, расчет шпонок и шлицевых соединений на прочность.

2.3.3. Вопросы для самоконтроля.

1. Какими способами можно соединять детали? 2. Для чего нужна стандартизация крепежных резьб и головок болтов под ключ? 3. Расчет на прочность стержня винта (болта) при отсутствии внешней нагрузки. 4. Как повысить КПД винтовой пары? 5. По каким напряжениям рассчитывают резьбу? 6. Особенности расчета групповых резьбовых соединений. 7. В чем достоинства резьбовых соединений? 8. По каким напряжениям рассчитывают болты резьбовых соединений, воспринимающие поперечную нагрузку, при их установке с зазором и без зазора? 9. Когда применяют штифтовые соединения? 10. Где на практике применяют клеммовые соединения? 11. На какое напряжение рассчитывают призматические и клиновые шпонки? 12. Чем отличается расчет шлицев от расчета шпонок? 13. Области применения шлицевых соединений. Форма профиля зубьев шлицевых соединений. 14. Области применения разъемных соединений с натягом (вал- ступица). 15. Способы сборки соединений с натягом и методика расчета таких соединений.

2.3.4. Задания для самостоятельной работы.

Выполнить мероприятия предусмотренные пунктом 2.1.4, применительно к темам модуля 3.

Таблица 4. Тестовые задания к модулю 3.

№	Задание	Варианты ответов	Реализуемые компетенции
1	Центрирование ступицы на валу только по боковым граням осуществляется шлицевыми соединениями с …	1. Прямобочными шлицами; 2. Эвольвентными шлицами; 3. Трапецеидальными шлицами; 4. Треугольными шлицами.	ПК 1.1
2	Для чего используется шплинт в резьбовом соединении?	1. Для предотвращения самоотвинчивания болта; 2. Для предотвращения самоотвинчивания гайки; 3. Для ограничения глубины завинчивания болта; 4. Для ограничения завинчивания шпильки.	
3	Что обозначает число 52 в условном обозначении вала шлицевого соединения d-8×52 e8×60 h11×10 D9?	1. Число шлицев; 2. Длина участка вала со шлицами; 3. Наружный диаметр шлицев; 4. Внутренний диаметр шлицев.	ПК 1.6
4	Посредством каких соединений осуществляется посадка деталей на оси и валы с концами квадратного сечения?	1. Штифтовых; 2. Прессовых; 3. Профильных; 4. Винтовых.	

5	Что из перечисленного является недостатком резьбовых соединений?	1. Малые габариты и вес крепежных резьбовых деталей; 2. Способность создавать и воспринимать большие осевые усилия; 3. Технологичность и возможность точного изготовления; 4. Значительная концентрация напряжений в местах резкого изменения поперечного сечения.	ПК 3.2
6	Какими шпонками осуществляются ненапряженные шпоночные соединения?	1. Стандартными призматическими шпонками; 2. Усиленными тангенциальными шпонками; 3. Нормальными тангенциальными шпонками; 4. Клиновыми шпонками.	
7	Почему клеммовое соединение не применяется для передачи больших нагрузок?	1. Отсутствует возможность передачи осевых сил; 2. Передача нагрузки только за счет сил трения недостаточно надежна; 3. Прорезь ступицы уменьшает прочность клеммы; 4. Увеличение силы затяжки болтов приводит к деформации вала.	ПК 4.1
8	Какие штифты устанавливаются в предохранительных муфтах?	1. Крепежные; 2. Установочные; 3. Соединительные; 4. Специальные срезные.	

2.4. Наименование модуля 4. Механические передачи.

2.4.1. Содержание модуля 4.

Классификация механических передач. Основные характеристики передач. Передачи зацеплением и трением, с непосредственным контактом и гибкой связью. Передачи для постоянного и переменного передаточного отношения, передачи ступенчатого и бесступенчатого регулирования передаточного отношения. Определение общего передаточного отношения передачи. Кинематические и силовые соотношения для механических передач. Определение мощности на рабочем органе машины и на валу электродвигателя. Определение вращающих моментов.

Зубчатые передачи. Основные понятия о зубчатых передачах и основные определения. Классификация зубчатых передач. Выбор материалов зубчатых колес, определение допустимых напряжений. Причины и виды изнашивания зубчатых передач, критерии их работоспособности.

Цилиндрические зубчатые передачи с прямыми и косыми зубьями. Силы в зацеплениях. Расчетная нагрузка. Расчет на контактную прочность активных

поверхностей зубьев цилиндрических передач. Расчет зубьев на прочность при изгибе. Силы, действующие в передачах.

Конические зубчатые передачи. Основные сведения из геометрии конических зацеплений. Особенности расчета на прочность. Конструкция зубчатых колес. Многоступенчатые зубчатые механизмы. Редукторы. Коробки переключения передач. Смазывание зубчатых зацеплений и смазочные материалы. Планетарные зубчатые передачи. Основные кинематические схемы. Силы, действующие в планетарных передачах. Особенности расчета планетарной передачи.

2.4.2. Методические указания по изучению модуля 4.

Усвоить основную терминологию ГОСТов на передачи, основные термины и определения. Уяснить назначение и роль в машинах, классификацию передач, общие кинематические и энергетические соотношения для механических передач вращательного движения, определение передаточных отношений, коэффициента полезного действия и контактных напряжений в условиях статического нагружения. Изучить виды зубчатых передач и области их применения, профили зубьев, их достоинства и недостатки. Изучить методы расчета зубьев на контактную прочность и на изгиб, особенности расчета косых и шевронных зубьев, а также зубьев конических колес. Рассмотреть особенности конструкции и расчета передач с круговым профилем зубьев (передачи Новикова).

2.4.3. Вопросы для самоконтроля.

1. Чем отличается передаточное отношение от передаточного числа? 2. Основные параметры механических передач. 3. Для какой цели предназначен привод? Из каких элементов состоит привод? 4. Какие характеристики нужно знать для выбора электродвигателя? 5. Как определить общий КПД привода? 6. Как определить общее передаточное отношение механической передачи? 7. Какие виды механических передач применяются в приводах машин сельскохозяйственного назначения? 8. Как определить вращающий момент на валу рабочей машины? 9. Как определить мощность на валу электродвигателя? 10. Основные преимущества и недостатки зубчатых передач. Классификация зубчатых передач. 11. Что такое модуль зацепления? 12. Контактные напряжения. Какие виды разрушений определяются этими напряжениями в зубчатой передаче? 13. Силы в зацеплении цилиндрической зубчатой передачи. Силы в зацеплении шевронной передачи. 14. Как влияет модуль зацепления на параметры зубчатой передачи? 15. Особенности расчета косозубых передач. 16. Почему рекомендуется принимать число зубьев шестерни не менее 17? 17. В чем преимущества и недостатки косозубых передач? 18. Основные геометрические параметры конической зубчатой передачи. 19. Какие материалы и виды термической обработки применяют для повышения прочности и долговечности зубчатых передач? 20. В чем особенности расчета планетарных зубчатых передач?

2.4.4. Задания для самостоятельной работы.

Выполнить мероприятия предусмотренные пунктом 2.1.4, применительно к темам модуля 4.

Таблица 5. Тестовые задания к модулю 4.

№	Задание	Варианты ответов	Реализуемые компетенции
1	С какой целью в шевронных передачах используется сдвоенное косозубое колесо, каждая половина которого нарезана со встречным углом наклона линии зуба?	1. Для уравновешивания радиальной нагрузки на колеса; 2. Для исключения неравномерности распределения нагрузки по длине контактных линий; 3. Для исключения действия осевой силы на опоры и подшипники; 4. Для увеличения длины контактных линий.	ПК 1.1
2	На изменение какой величины не оказывает влияние передаточное число редуктора?	1. Мощности; 2. Угловой скорости; 3. Вращающего момента; 4. Частоты вращения.	
3	Какой параметр цилиндрической зубчатой передачи является стандартным?	1. Модуль; 2. Число зубьев шестерни; 3. Коэффициент полезного действия; 4. Частота вращения шестерни.	ПК 1.6
4	Каким принимается угол наклона зубьев β в шевронных передачах?	1. $\beta = 25°…40°$; 2. $\beta = 8°…15°$; 3. $\beta = 3°…6°$; 4. $\beta = 10°…18°$.	
5	За счет чего косозубые зубчатые передачи меньше нагружены контактными напряжениями, чем прямозубые?	1. За счет увеличения эквивалентного числа зубьев; 2. За счет уменьшения трения в зоне контакта зубьев; 3. За счет увеличения длины контактной линии; 4. За счет замены линейного контакта между зубьями точечным контактом.	ПК 3.2
6	Какой вид передач выполняется только с косозубыми колесами?	1. Цилиндрическая эвольвентная передача; 2. Коническая эвольвентная передача; 3. Волновая передача; 4. Передача Новикова.	
7	Для чего используется график нагрузки в механической передаче?	1. Для определения среднего вращающего момента; 2. Для определения эквивалентного числа циклов; 3. Для определения среднего времени работы механизмов; 4. Для определения максимального вращающего момента.	ПК 4.1

8	Какая величина показывает среднее число пар зубьев, находящихся одновременно в зацеплении?	1. Коэффициент перекрытия; 2. Коэффициент неравномерности распределения нагрузки между зубьями; 3. Модуль зацепления; 4. Коэффициент динамической нагрузки.	

2.5. Наименование модуля 5. Червячные передачи и передачи «Винт - гайка»

2.5.1. Содержание модуля 5.

Основные понятия и определения. Основные параметры червячной передачи. Передаточное число и КПД червячной передачи. Силы в зацеплении червячной передачи. Виды разрушений зубьев червячных колес. Расчет передачи на прочность и изгиб. Материалы и допускаемые напряжения деталей червячной передачи. Тепловой расчет червячной передачи.

Особенности передачи «винт-гайка», передачи с трением скольжения. Силы, действующие в передаче, КПД и явление самоторможения. Кинематические и силовые зависимости. Расчет на прочность, износостойкость и устойчивость.

2.5.2. Методические указания по изучению модуля 5.

Ознакомиться с устройством червячных передач, уяснить их достоинства, недостатки и области применения, конструкцию червяка и червячного колеса. Научиться определять геометрические, кинематические и силовые параметры передачи, рассчитывать зубья червячного колеса на контактную прочность и на изгиб. Рассмотреть особенности расчета глобоидных передач, расчет червяка и червячного колеса, расчет червячного редуктора на отвод теплоты, способы смазки червячных передач. Усвойте области применения передачи винт-гайка, резьбы для винтов и гаек, конструкцию, материал и расчет винтов и гаек.

2.5.3. Вопросы для самоконтроля.

1. Достоинства и недостатки червячной передачи по сравнению с зубчатой. Виды червячных передач. 2. Какие материалы применяют для изготовления червяка и червячного колеса? 3. Почему не рекомендуется применять червячные передачи при больших мощностях? 4. Силы, действующие в червячном зацеплении. 5. Какие основные виды разрушения зубьев червячных колес? 6. От каких конструктивных и эксплуатационных параметров зависит КПД червячной передачи? Как вычислить КПД червячной передачи? 7. Что вызывает нагрев червячной передачи? Сущность теплового расчета червячной передачи. Способы охлаждения червячных передач. 8. В каких устройствах или машинах сельскохозяйственного назначения применяют передачи «винт-гайка»? 9. Какие резьбы используют в передаче «винт-гайка»? 10. Какие материалы используют для изготовления винтов? Какие материалы применяют для изготовления гаек при малых и высоких частотах вращения винтов или

гаек? 11. Как определить передаточное число винтовой передачи при ручном приводе? 12. При каких условиях исключается самоторможение передачи? 13. Разновидности винтов в зависимости от назначения передачи. 14. Основной критерий расчета передачи «винт-гайка». 15. Чем объяснить большой выигрыш в силе в передаче «винт-гайка»?

2.5.4. Задания для самостоятельной работы.

Выполнить мероприятия предусмотренные пунктом 2.1.4, применительно к темам модуля 5.

Таблица 6. Тестовые задания к модулю 5.

№	Задание	Варианты ответов	Реализуемые компетенции
1	При каком передаточном числе в червячной передаче происходит самоторможение?	1. u < 10; 2. u = 10…20; 3. u = 20…30; 4. u > 30.	ПК 1.1
2	Какое из перечисленных мероприятий не применяется для уменьшения потерь на трение и увеличения КПД передачи винт-гайка?	1. Применяют многозаходные резьбы с большим углом подъема винтовой линии (до ψ = 20…25°); 2. Используют антифрикционные материалы; 3. Применяют передачи винт-гайка с трением качения; 4. Применяют однозаходную резьбу с малым углом подъема.	
3	В каких машинах используется передача винт-гайка с неподвижной гайкой и вращающимся винтом, который одновременно имеет поступательное перемещение?	1. Токарно-винторезные станки; 2. Простые домкраты, прессы; 3. Винтовые погрузчики; 4. Приборы, измерительные устройства.	ПК 1.6
4	Как меняется профиль зуба червячного колеса в зависимости от профиля витка червяка?	1. Профиль зуба червячного колеса всегда эвольвентный, независимо от профиля витка червяка; 2. При архимедовом профиле витка червяка профиль зуба колеса тоже архимедов; 3. При архимедовом профиле витка червяка профиль зуба колеса конволютный; 4. При конволютном профиле витка червяка профиль зуба колеса тоже конволютный.	
5	Из каких материалов рекомендуется изготавливать венец червячного колеса при длительной работе червячной передачи?	1. Из легированных сталей марок 40Х, 40ХН; 2. Из серых чугунов марок СЧ12, СЧ15; 3. Из оловянных бронз марок БрОФ10-1, БрОНФ; 4. Из алюминиевой бронзы марки БрАЖ9-4	ПК 3.2

6	В каком случае червячные колеса можно изготавливать из серых чугунов марок СЧ12, СЧ15 и др.?	1. Когда скорость скольжения vs > 25 м/с; 2. Когда скорость скольжения vs = 6…25 м/с; 3. Когда скорость скольжения vs = 2…6 м/с; 4. Когда скорость скольжения vs < 2 м/с.	
7	Какое из достоинств червячных передач считается основным?	1. Повышенная плавность и бесшумность работы; 2. Компактность и сравнительно небольшая масса; 3. Возможность получения больших передаточных чисел (до 300 и более); 4. Возможность передачи движения только от червяка к колесу.	ПК 4.1
8	Тепловой баланс, на основе которого выполняется тепловой расчет червячной передачи, является…	1. Равенством тепловыделения непрерывно работающей передачи и теплоотдачи наружной поверхности корпуса редуктора; 2. Равенством теплоемкости масла в картере и охлаждающего воздуха; 3. Равенством теплопроводности масла в картере и материала корпуса; 4. Равенством температуры червячного колеса и червяка.	

2.6. Наименование модуля 6. Передачи с гибкой связью

2.6.1. Содержание модуля 6.

Области применения ременных передач. Конструкция и материалы ремней. Критерий работоспособности. Кинематические и геометрические параметры ременной передачи. Усилие и напряжение в ремне. Кривые скольжения и КПД ременной передачи. Расчет плоскоременной передачи на тяговую способность. Расчет клиноременных передач. Расчет зубчато – ременных передач. Натяжные устройства. Ременные передачи с переменной частотой вращения шкивов (вариаторы). Шкивы ременных передач. Условия эксплуатации и хранения ремней.

Классификация цепных передач. Области применения цепных передач. Геометрические и кинематические параметры цепной передачи. Силы в цепной передаче. Критерий работоспособности. Материалы для изготовления цепей и звездочек. Условия хранения приводных цепей. Обозначения роликовых цепей.

2.6.2. Методические указания по изучению модуля 6.

Ознакомиться с основными видами ременных передач и областью их применения. Изучить геометрические, кинематические и силовые зависимости в ременных передачах, расчет ремней на долговечность по их тяговой способности, особенности расчета клиноременных передач и передач с натяжным роликом, конструкцию, материал и расчет шкивов, ременные

вариаторы и их расчет. Ознакомиться с типами цепей по государственным стандартам и изучить виды цепных передач и области их применения, кинематические и силовые зависимости, определение диаметра звездочек, подбор цепей по стандарту. Выяснить причины неравномерности движения цепи и ее влияние на работу передачи, ознакомиться со способами смазки цепных передач.

2.6.3. Вопросы для самоконтроля.

1. Принцип действия ременных передач, область применения. Преимущества и недостатки ременных передач. 2. Силы в ветвях ремня. Как определяют силы в ветвях ремня? 3. Напряжение в ремне и их определение. Какие напряжения и как влияют на работоспособность передачи и долговечность ремня? 4. Виды скольжения в ременной передаче. 5. С какой целью в ременных передачах создают предварительное натяжение ремня? 6. Почему клиновые ремни способны передавать большие нагрузки, чем плоские? 7. В каких сельскохозяйственных машинах применяют передачи с переменной частотой вращение шкивов (вариаторы)? 8. Принцип работы зубчато – ременной передачи. Основной критерий работоспособности передачи с зубчатым ремнем. 9. Преимущества и недостатки цепных передач. Опишите основные типы приводных цепей. 10. Какие типы цепей наиболее распространены в сельскохозяйственном машиностроении? 11. С чем связаны неравномерность хода цепной передачи? 12. От чего зависит износ шарниров цепи? 13. Почему изношенная цепь теряет зацепление со звездочкой (спадает со звездочек)? 14. По каким критериям рассчитывают цепные передачи? 15. Назовите обозначения роликовых приводных цепей.

2.6.4. Задания для самостоятельной работы.

Выполнить мероприятия предусмотренные пунктом 2.1.4, применительно к темам модуля 6.

Таблица 7. Тестовые задания к модулю 6.

№	Задание	Варианты ответов	Реализуемые компетенции
1	Чем ограничивается количество ремней клиноременной передачи?	1. Снижением КПД; 2. Увеличением осевых размеров шкивов; 3. Увеличением нагрузки на валы; 4. Неравномерной нагрузкой ремней.	ПК 1.1
2	Чем достигается предварительное натяжение ведущей ветви цепной передачи?	1. Натяжной звездочкой; 2. Увеличением межосевого расстояния; 3. Грузовым натяжным устройством; 4. Силой тяжести ведомой ветви.	
3	Что является основным критерием работоспособности приводных цепей?	1. Прочность пластин; 2. Жесткость роликов; 3. Износостойкость шарниров; 4. Постоянство смазки.	ПК 1.6

4	Без чего не может работать цепная передача?	1. Без натяжения; 2. Без ограждения; 3. Без охлаждения; 4. Без смазки.	
5	Из каких материалов рекомендуется изготавливать оси, втулки и ролики приводных цепей?	1. Из легированных сталей марок 40Х, 40ХН; 2. Из серых чугунов марок СЧ12, СЧ15; 3. Из углеродистых сталей 35,40,45, 50, 50Г; 4. Из цементируемых сталей 15, 20, 15Х.	ПК 3.2
6	Какая максимальная величина передаточного отношения рекомендуется для цепных передач?	1. 5; 2. 7; 3. 10; 4. 12.	
7	Что является основным недостатком цепной передачи?	1. Непостоянство передаточного отношения; 2. Быстрый износ шарниров цепи; 3. Большие габариты; 4. Увеличенная нагрузка на валы.	ПК 4.1
8	Что из перечисленного показывает, какая часть предварительного натяжения ремня полезно используется для передачи нагрузки?	1. Коэффициент тяги; 2. Коэффициент упругого скольжения; 3. Коэффициент трения; 4. Коэффициент полезного действия.	

2.7. Наименование модуля 7. Оси, валы и их опоры

2.7.1. Содержание модуля 7.

Классификация осей и валов. Материалы. Критерии работоспособности и виды разрушений. Нагрузка на оси и валы, расчетные схемы. Проектный расчет. Проверочный расчет, уточненный расчет на прочность, на сопротивление усталости и на жесткость.

Подшипники скольжения. Особенности работы подшипников скольжения. Основные параметры подшипников скольжения. Работа подшипников скольжения при смазывании жидкостью. Виды разрушений и критерии работоспособности подшипников скольжения. Расчет подшипников скольжения по среднему давлению, на нагрев и отсутствие заедания.

Классификация подшипников качения. Виды разрушений и критерии работоспособности подшипников качения. Статистическая и динамическая грузоподъемность подшипников качения. Смазывание подшипников качения. Долговечность подшипников качения. Расчет и подбор подшипников качения по динамической грузоподъемности.

2.7.2. Методические указания по изучению модуля 7.

Изучить назначение, конструкцию и материалы осей и валов, их разновидности и области применения. Научится выполнять расчеты осей и валов, по номинальным напряжениям, на сопротивление усталости, на

жесткость и на критическую угловую скорость. Ознакомиться с основными типами и областями применения подшипников скольжения, научиться подбирать их по государственным стандартам. Изучить материалы вкладышей и корпусов подшипников скольжения, области применения вкладышей в зависимости от их материала. Ознакомится с классификацией и конструкцией, а также областями применения основных типов подшипников качения. Изучить материалы подшипников качения, их смазку, монтаж и регулировку. Научится выполнять расчет подшипников качения на долговечность и на статическую грузоподъемность и подбирать их по стандартам.

2.7.3. Вопросы для самоконтроля.

1. Что такое ось и вал и в чем заключается отличие между ними? 2. Какие различают виды осей и валов? 3. Что называют цапфой, шипом, шейкой и пятой? Какие различают по конструкции цапфы и пяты и где применяют их различные виды? 4. Из каких материалов изготовляют оси и валы? 5. Как рассчитывают оси и валы на статическую прочность, на сопротивление усталости, на жесткость? 6. В каких случаях валы можно рассчитывать только на кручение? 7. Что такое критическая угловая скорость оси или вала? 8. Когда необходимо рассчитывать ось или вал на поперечные колебания? 9. Чем характеризуется полужидкостное и жидкостное трение в подшипниках скольжения? 10. Какова последовательность условного расчета подшипников скольжения? 11. В каких случаях производят расчет подшипников качения по статической и когда по динамической грузоподъемности? 12. От каких факторов зависит эквивалентная нагрузка подшипников качения? 13. Какие виды разрушения наблюдаются у подшипников качения и по каким критериям работоспособности их рассчитывают? 14. Какой зависимостью связаны динамическая грузоподъемность и эквивалентная динамическая нагрузка с долговечностью подшипника? 15. Какие уплотнения применяют в опорах трения сельскохозяйственной техники?

2.7.4. Задания для самостоятельной работы.

Выполнить мероприятия предусмотренные пунктом 2.1.4, применительно к темам модуля 7.

Таблица 8. Тестовые задания к модулю 7.

№	Задание	Варианты ответов	Реализуемые компетенции
1	У какого подшипника диаметр внутренней обоймы (диаметр шейки вала) составляет 30 мм?	1. 205; 2. 206; 3. 207; 4. 210.	

2	Что такое грузоподъемность подшипника?	1. Максимальная сила тяжести, выдерживаемая подшипником; 2. Масса вала, с установленными на нем деталями; 3. Постоянная нагрузка, которую группа идентичных подшипников выдержит в течение одного миллиона оборотов; 4. Сила, при действии которой происходит разрушение подшипника.	ПК 1.1
3	По какому параметру подбираются подшипники качения?	1. По грузоподъемности; 2. По осевой силе; 3. По эквивалентной динамической нагрузке; 4. По геометрическим размерам.	ПК 1.6
4	Какую нагрузку воспринимают упорные подшипники?	1. Только радиальную нагрузку и незначительную осевую; 2. Только осевую нагрузку; 3. Большую радиальную и меньшую осевую нагрузки; 4. Большую осевую и меньшую радиальную нагрузки.	
5	Какой вид разрушения подшипников скольжения возникает в процессе граничного и сухого трения при малых скоростях, пуске и остановке?	1. Заедание; 2. Усталостное выкрашивание; 3. Термическая деформация; 4. Абразивное изнашивание.	ПК 3.2
6	Из какого материала изготавливаются тяжело нагруженные валы сложной формы, например коленчатые валы?	1. Из сталей 40Х; 40НХ; 30ХТГ; 2. Из ст3, ст4, ст5, 25, 30, 40, 45; 3. Из модифицированного или прочного чугуна; 4. Из цементируемых легированных сталей 18ХГТ и 20Х2Н4А.	
7	Как называют криволинейную поверхность плавного перехода вала от меньшего сечения к большему?	1. Буртик; 2. Галтель; 3. Заплечик; 4. Поднутрие.	ПК 4.1
8	Граничное трение в подшипниках скольжения…	1. Возникает при отсутствии смазки или в случае, когда граничные пленки в местах повышенного давления разрушаются; 2. Предполагает трение в присутствии очень тонкого (около 0.1 мкм) слоя смазки; 3. Характеризуется частичным контактом между неровностями поверхностей, когда часть микровыступов разделена слоем масла, а другая часть – лишь граничными пленками; 4. Это трение, при котором поверхности трения деталей полностью разделены жидкой смазкой.	

2.8. Наименование модуля 8. Упругие элементы и муфты.

2.8.1. Содержание модуля 8.

Классификация пружин. Материалы для изготовления пружин. Плоские пружины и рессоры. Пружины растяжения – сжатия. Цилиндрические пружины. Расчет пружин. Муфты для соединения валов. Классификация муфт. Типы муфт. Конструкция и подбор муфт. Фрикционные и предохранительные муфты со срезным штифтом и их расчет.

2.8.2. Методические указания по изучению модуля 8.

Усвоить назначение пружин, их классификацию по виду нагружения и по форме, области применения отдельных видов пружин, материал. Научиться выполнять расчет витых пружин растяжения, сжатия и кручения. Изучить рессоры, их устройство и области применения. Ознакомиться с классификацией и с основными типами муфт, их конструкцией и областями применения. Научиться подбирать муфты по стандартам и производить для них проверочные расчеты.

2.8.3. Вопросы для самоконтроля.

1. Классификация пружин по характеру воспринимаемой нагрузки. Типы пружин. 2. Материалы для изготовления пружин. 3. Какие деформации испытывают витки пружин растяжения – сжатия? 4. Назовите факторы, от которых зависит деформация пружины. 5. Что такое жесткость пружины? 6. Что такое индекс пружины? 7. Почему полное число витков пружины всегда больше нечетного? 8. Для какой цели устанавливают муфты? 9. Какие муфты компенсируют несоосность и перекос соединяемых валов? 10. Какие муфты служат для предохранения валов от перегрузок?

2.8.4. Задания для самостоятельной работы.

Выполнить мероприятия предусмотренные пунктом 2.1.4, применительно к темам модуля 8.

Таблица 9. Тестовые задания к модулю 8.

№	Задание	Варианты ответов	Реализуемые компетенции
1	От чего зависит выбор толщины ленты плоской спиральной пружины?	1. От рабочей длины ленты пружины; 2. От ширины ленты пружины; 3. От диаметра пружины в нерабочем состоянии; 4. От радиуса валика, на который наматывается пружина.	ПК 1.1
2	Какова величина просвета между витками в пружинах кручения, оставляемого во избежание трения между витками при нагружении?	1. 0,5 мм; 2. 1 мм; 3. 2 мм; 4. 2,5 мм.	

3	Как называются муфты, используемые для включения и выключения рабочей машины при непрерывно работающем двигателе?	1. Компенсирующие; 2. Управляемые; 3. Предохранительные; 4. Подвижные.	ПК 1.6
4	Какую муфту следует выбрать, если необходимо соединить валы с любыми взаимными смещениями?	1. Кулачковую; 2. Втулочно-пальцевую; 3. Зубчатую; 4. Фланцевую.	
5	На какую величину предельный вращающий момент должен превышать расчетный при выборе предохранительных муфт?	1. 10%; 2. 17%; 3. 25%; 4. 33%.	ПК 3.2
6	Из какого материала изготавливаются пружины для работы в химически активных средах?	1. Стали марганцовистые 65Г, 55ГС; 2. Стали кремнистые 55С2, 60С2, 60С2А, 70С3А; 3. Сталь хромомарганцовистая 50ХГ; 4. Бронзы кремнемарганцовистые типа Бр КМц 3-1.	
7	Какие пружины обладают кроме амортизирующих свойств высокой способностью гасить (демпфировать) колебания?	1. Многожильные пружины; 2. Тарельчатые пружины; 3. Листовые рессоры; 4. Составные (концентрические) пружины.	ПК 4.1
8	Какие муфты соединяют непараллельные валы с пересекающимися осями, допускают перекос осей до 45°, но не допускают поперечных и продольных смещений осей?	1. Зубчатые муфты; 2. Жесткие компенсирующие муфты; 3. Жесткие некомпенсирующие муфты; 4. Жесткие подвижные муфты.	

Раздел 3. Задания для контрольной работы и методические указания по ее выполнению.

3.1. Методические указания по выполнению контрольной работы

В соответствии с рабочим учебным планом и примерной рабочей программой студенты – заочники специальности СПО 110809 – «Механизация сельского хозяйства» выполняют одну контрольную работу. Контрольное задание включает в себя 5 задач по следующим разделам примерной программы:

1 задача – неразъемные соединения;
2 задача – разъемные соединения;
3 задача – зубчатые и червячные передачи;
4 задача – передачи с гибкой связью;
5 задача – валы, оси, подшипники, муфты.

Выбор исходных данных для решения задач студент осуществляет по двум последним цифрам шифра зачетной книжки. Например, если шифр зачетной книжки оканчивается цифрами 65, в контрольной работе студент решает задачи 6-го задания по 5-му варианту. Если предпоследняя цифра ноль, то студент решает задачи 10-го задания.

Контрольная работа выполняется в обычной тетради или на стандартных листах бумаги формата А4 (210×297), пронумерованных и сшитых в тетрадях с плотной обложкой, набранных на компьютере в MICROSOFT WORD (шрифт Times New Roman). Все расчеты производятся в системе СИ. Расчетные формулы вначале записываются в буквенном виде, затем подставляются их значения, после этого – результат.

После каждой формулы должны быть даны пояснения буквенных обозначений. Например, вращающий момент на барабане определяется по формуле

$$T_б = \frac{S_{\max} \cdot D_б}{2 \cdot \eta_б} = \frac{10000 \cdot 250}{2 \cdot 0{,}98} = 1275510{,}2 Н \cdot мм = 1275{,}5 Н \cdot м,$$

где $T_б$ – вращающий момент на барабане, Н·м;

S_{max} – максимальное усилие в канате, Н;

$D_б$ – диаметр барабана, мм;

$\eta_б$ – кпд барабана.

При решении задач необходимо следить за соблюдением размерности величин, сопровождая ход решения комментариями, схемами, пояснениями, делать ссылки на литературу, из которой взяты расчетные формулы и справочные материалы, строго придерживаясь стандартного или общепринятого обозначения величин.

Все листы контрольной работы необходимо пронумеровать (справа сверху). В работе с края правой стороны студент оставляет место (20 мм) для замечаний и предложений преподавателя при рецензировании.

Прежде чем приступить к выполнению контрольной работы необходимо глубоко изучить программный материал по указанным разделам курса.

Допущенную к защите контрольную работу студент дорабатывает по замечаниям преподавателя. Не допущенную к защите контрольную работу студент дорабатывает по замечаниям и представляет на повторное рецензирование.

После рецензирования контрольной работы и положительной оценки ее преподавателем, студент на лабораторно-экзаменационной сессии проходит собеседование с преподавателем, который ее рецензировал, после чего в зачетную книжку студента вносится запись о зачете по работе. При защите контрольной работы студент обязан, аргументировано пояснить ход решения задач и иметь ясное представление о тех разделах, которые затронуты в них.

3.2. Задания для контрольной работы

Задание 1

Задача 1. Расчет стыкового сварного шва.

Задание: Определить ширину полос из стали марки Ст3 толщиной δ, свариваемых стыковым швом. На детали действует растягивающая сила F. Сварка ручная электродом Э42. Допустимые напряжения растяжения соединяемых деталей, для Ст3 $\lfloor\sigma_p\rfloor$ = 160 МПа

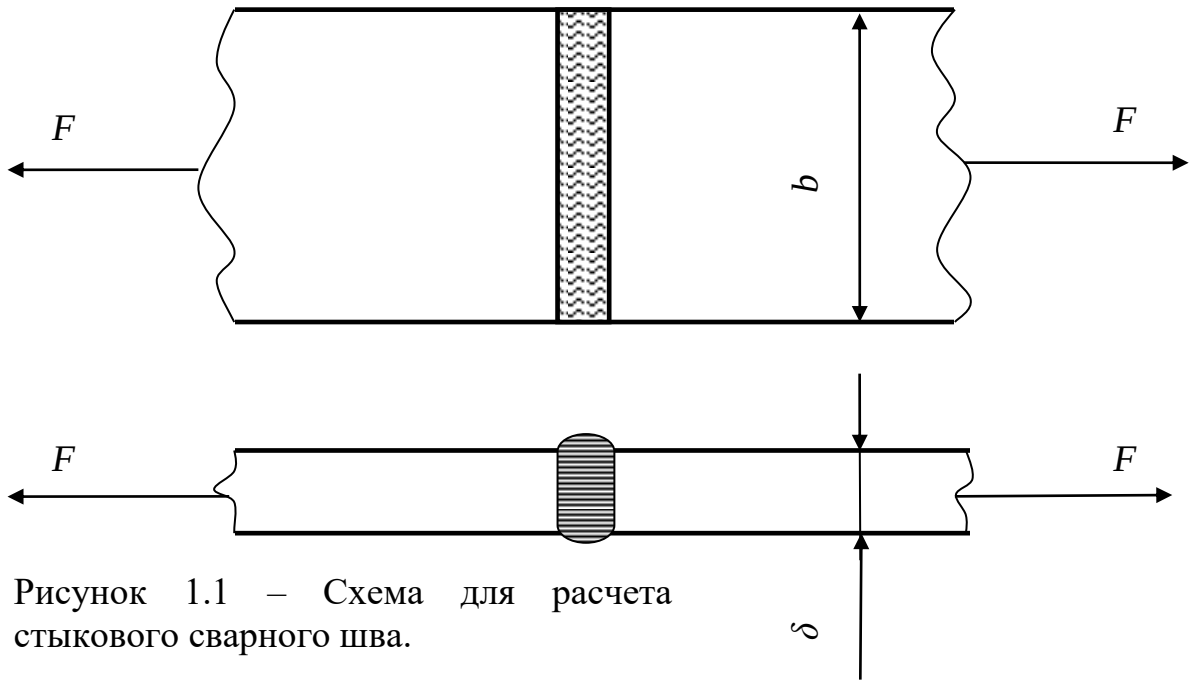


Рисунок 1.1 – Схема для расчета стыкового сварного шва.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, кН	10	12	15	17	20	22	25	30	35	40
δ, мм	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Задача 2. Расчет резьбового соединения.

Определить силу, которую необходимо приложить к ключу длиной L при завинчивании болта по приведенному рисунку 1.2, до получения в теле болта напряжений, равных пределу текучести (т.е. когда срежется головка болта при его завинчивании). Предел текучести материала болта по напряжениям среза – 150 МПа. Определить завинчивающий момент, который необходимо приложить к болтовому соединению, чтобы стягиваемые детали не разошлись от воздействия сил P, принимая средний диаметр резьбы d_2 =15мм, угол подъёма резьбы ψ = 2,431°; угол трения в резьбе φ = 9,65°; коэффициент трения в резьбе f = 0,15. Трением на торце гайки пренебречь.

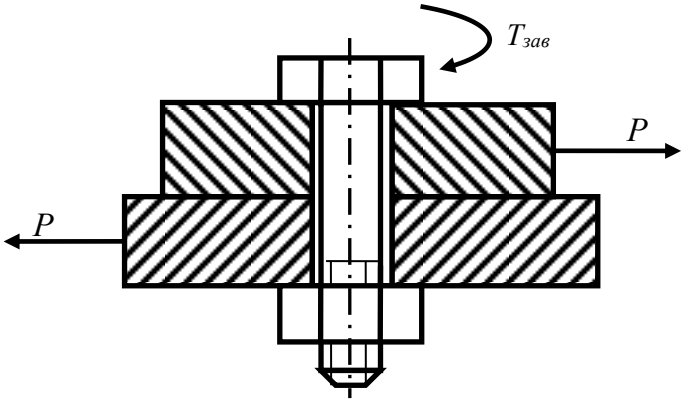


Рисунок 1.2 – Схема к расчету резьбового соединения.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P, кН	0,7	1	1,1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
L, мм	150	200	250	300	350	400	450	500	500	600

Задача 3. Расчет конической зубчатой передачи.

Расчетом прочности зубьев на изгиб определить крутящий момент, который может передать прямозубая некорригированная коническая шестерня (рисунок 1.3). При расчетах принять допускаемые напряжения изгиба $[\sigma_F] = 240 МПа$, коэффициенты динамической нагрузки и неравномерности нагрузки $K_{Fv} = K_{F\beta} = 1{,}1$.

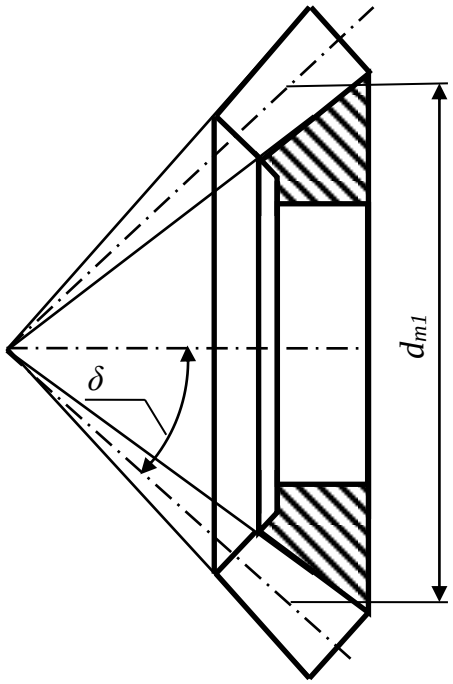


Рисунок 1.3 – Схема к расчету конической передачи.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
δ,°	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
d_{m1}, мм	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118
m_{tm}, мм	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8

Задача 4. Расчет цепной передачи.

Определить параметры цепной передачи (рисунок 1.4) и по удельному давлению в шарнирах подобрать цепь по ГОСТу. Коэффициент эксплуатации принять равным $k_э$ = 1,95.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n_1, мин$^{-1}$	950	970	990	1010	1030	1050	1070	1100	1120	1150
P_1, кВт	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8
z_1	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
d_1, мм	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175
u	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7

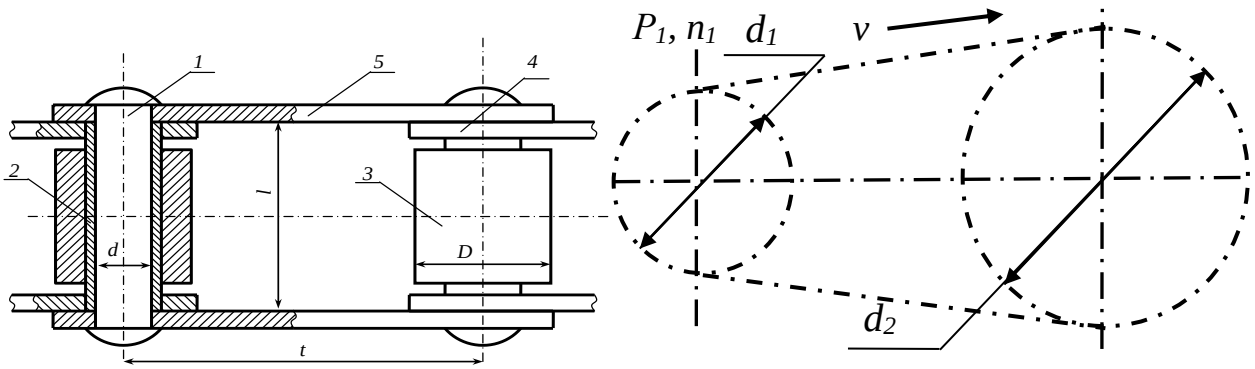


Рисунок 1.4 – Схема к расчету цепной передачи:

1 - ось, 2 - втулка, 3 - ролик, 4 - внутренние пластины (напрессованы на втулках), 5 - наружные пластины (напрессованы на оси).

Задача 5. Расчет вала.

Рассчитать на жесткость первичный вал редуктора с косозубой шестерней, установленный на радиальных шарикоподшипниках, принимая материал вала сталь 45 (термообработка – закалка, пределы выносливости при кручении и изгибе $\tau_{-1} = 245 МПа$ и $\sigma_{-1} = 405 МПа$, предел прочности $\sigma_B = 900 МПа$, пониженное допустимое напряжение на изгиб). Определить угол поворота и прогиб вала. Модуль упругости для стали E =22·10^4 МПа. Размеры шпоночной канавки принять равными b = 5 мм, h = 2,5 мм.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P, кВт	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8
n, мин$^{-1}$	740	800	820	850	870	900	950	970	990	1010
d_1, мм	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
a, мм	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
b, мм	120	115	110	125	130	135	140	115	120	125
c, мм	100	102	104	106	108	110	100	102	104	106
z	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29

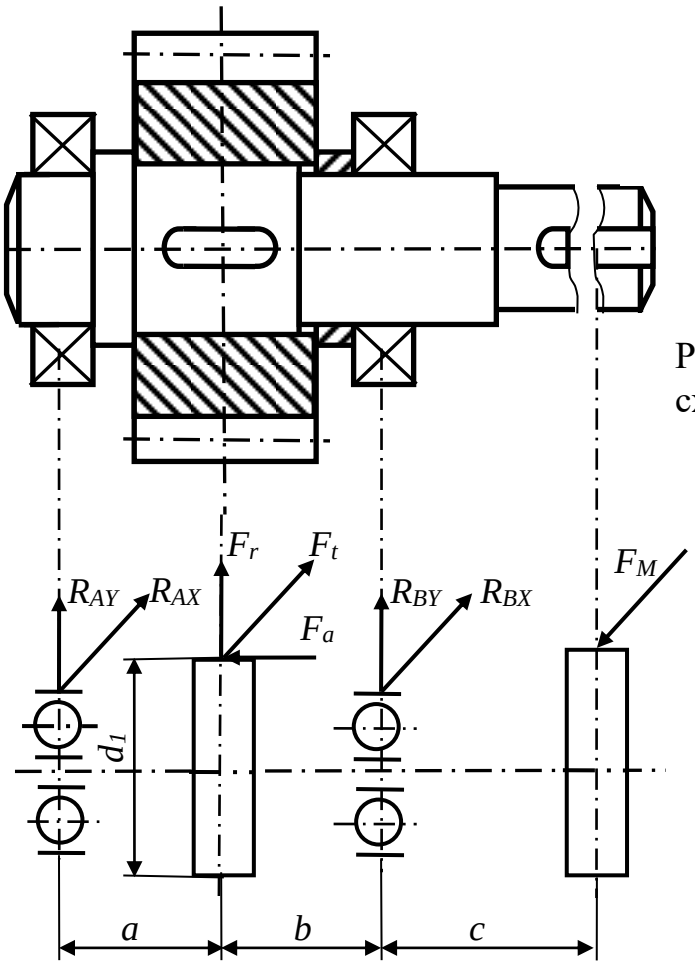


Рисунок 1.5 – Эскиз и расчетная схема первичного вала редуктора.

Задание 2

Задача 1. Расчет заклепочного соединения.

Определить внутренний диаметр заклёпки из условия её прочности на срез и проверить заклёпку на смятие, принимая $[\sigma_{см}] = 120 МПа$, $[\tau_{ср}] = 70 МПа$.

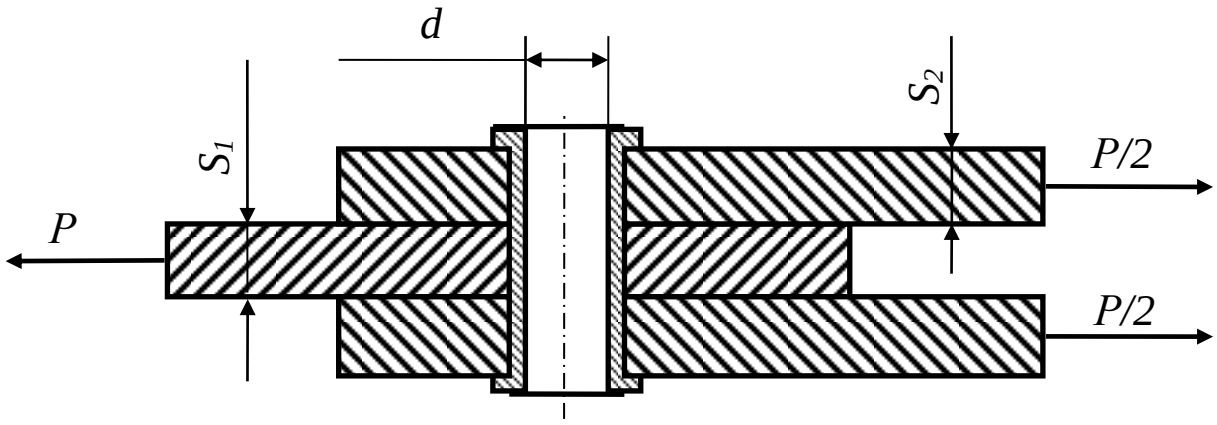


Рисунок 2.1 – Схема к расчету заклепочного соединения.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P, кН	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15
S_1, мм	8	9	10	11	12	8	9	10	11	12
S_2, мм	12	11	10	9	8	8	12	11	10	9
d, мм	15	14	13	15	14	13	16	15	14	13

Задача 2. Расчет клеммового соединения.

На рисунке 2.2 показано клеммовое крепление рычага на валу диаметром D. Определить диаметр внутренней резьбы двух болтов, стягивающих клеммовое соединение, принимая коэффициент трения между валом и рычагом f = 0,12. Увеличение усилия затягивания на деформацию рычага принять $K_р$ = 1,5 от требуемого усилия затягивания, дополнительную нагрузку на болты от завинчивания гаек принять $K_з$=1,3 и коэффициент запаса по трению принять $K_п$=1,5. Допускаемое напряжение в теле болтов от растяжения $\lfloor\sigma_p\rfloor = 160 МПа$.

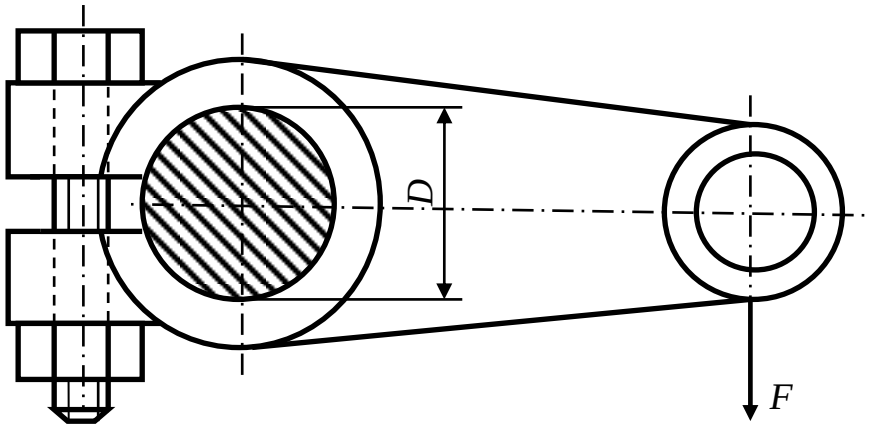


Рисунок 2.2 – Схема к расчету клеммового соединения.

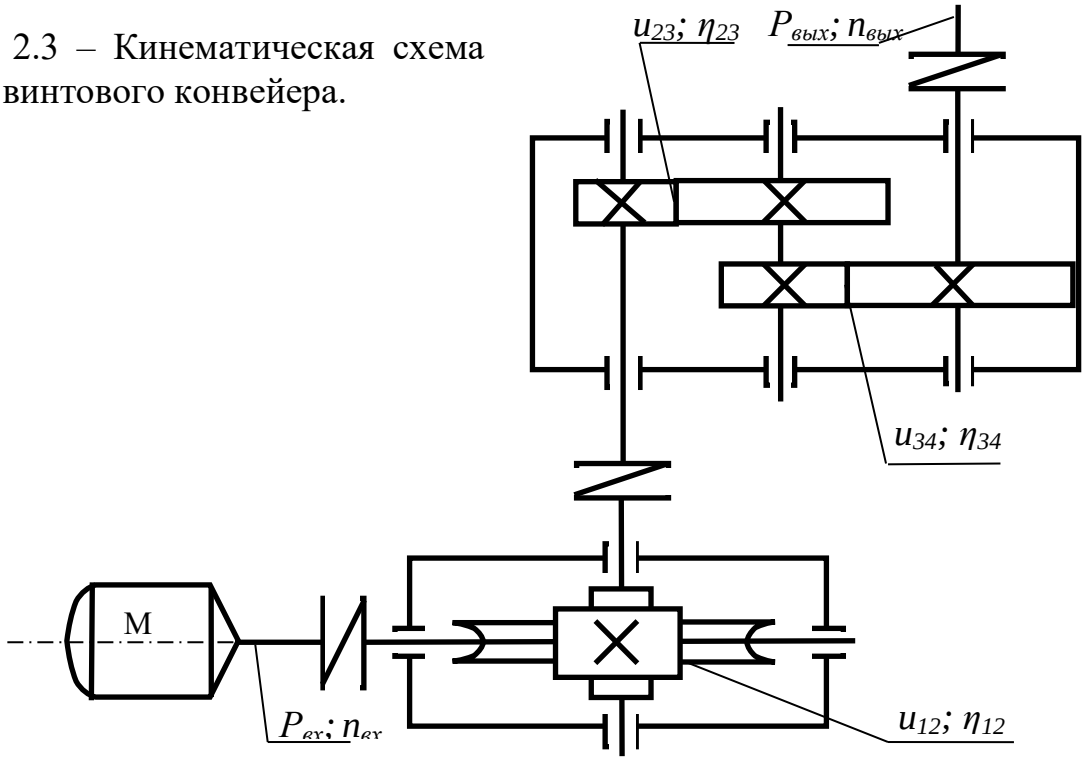
Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, Н	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900
D, мм	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68
a, мм	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73
L, мм	150	200	250	300	350	400	450	500	500	600

Задача 3. Кинематический и силовой расчеты привода.

Выбрать электродвигатель для привода винтового конвейера (рисунок 2.3), выполнить кинематический расчет и определить моменты вращения на всех валах. При расчетах принять КПД червячной передачи (при двухзаходном червяке) η_{12} = 0,78; КПД одной цилиндрической передачи $\eta_{23} = \eta_{34}$ = 0,96; КПД одной пары подшипников $\eta_п$ = 0,99; КПД одной муфты $\eta_м$ = 0,98.

Рисунок 2.3 – Кинематическая схема привода винтового конвейера.



Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$P_{вых}$, кВт	2,5	3,0	3,2	3,6	4,0	4,2	4,6	5,0	5,2	5,6
$n_{вых}$, мин$^{-1}$	30	40	50	60	70	80	85	90	95	100
u_{12}	28	25	22,4	20	18	16	14	12,5	11,2	10
u_{23}	1,25	1,4	1,6	2,0	3,15	1,4	2,0	1,6	2,24	1,25
u_{34}	2,8	2,8	2,24	1,25	1,25	2,8	1,6	2,5	1,4	1,8

Задача 4. Расчет ременной передачи.

Рассчитать клиноременную передачу (рисунок 2.4). Определить угол обхвата α ремнем меньшего шкива, межосевое расстояние и расчетную длину ремня учитывая, что работа передачи односменная, пусковая нагрузка до 150% номинальной.

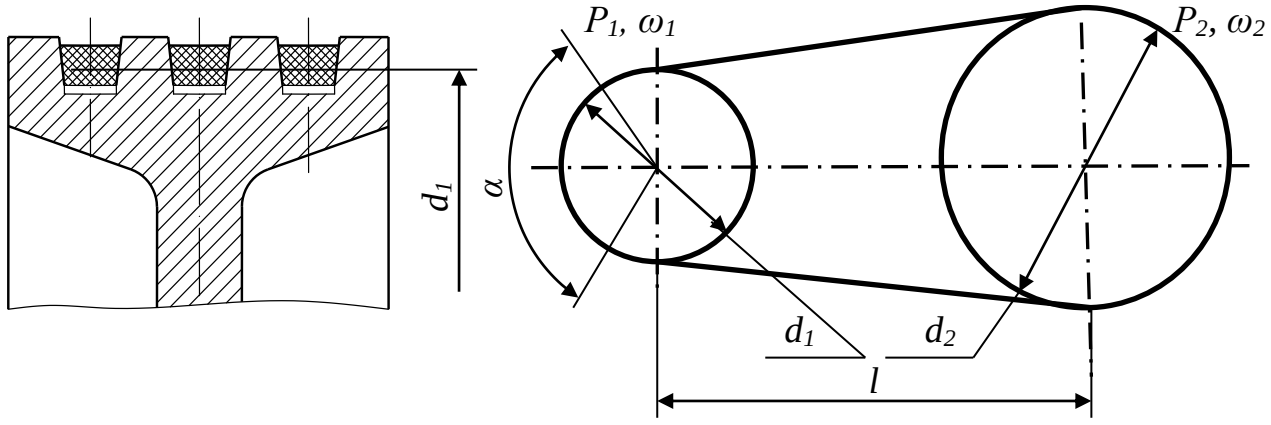


Рисунок 2.4 – Схема к расчету ременной передачи.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n_1, мин$^{-1}$	950	970	990	1010	1030	1050	1070	1100	1120	1150
P_1, кВт	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8
ω_1, с$^{-1}$	96	74	94	96	96	142	142	144	98	88
ω_2, с$^{-1}$	26	28	30	32	30	32	30	36	26	28
d_1, мм	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145

Задача 5. Расчет оси

Рассчитать ось натяжного барабана элеватора (рисунок 2.5) при нагрузке на барабан от ленты F. Материал вращающейся оси принимаем сталь 15 нормализованную ($[\sigma_И] = 150 МПа$, $\sigma_{-1} = 170 МПа$, $\sigma_В = 380 МПа$.).

Эффективные коэффициенты концентрации напряжений, зависящие от формы деталей $K_{оф}$ и от состояния поверхности детали $K_{оп}$ принять равными $K_{оф} = 1,7$ и $K_{оп} = 1,05$.

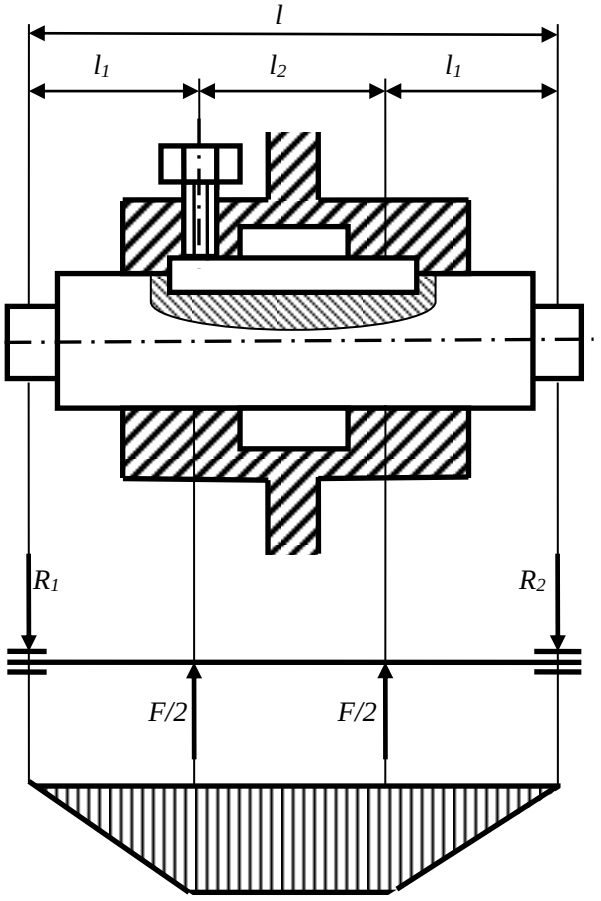


Рисунок 2.5 – Схема и эпюры для расчета оси натяжного барабана элеватора.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, Н	8000	8100	8200	8300	8400	8500	8600	8700	8800	9000
l, мм	300	300	280	320	310	290	330	310	320	330
l_1, мм	115	120	110	120	115	110	125	120	115	130
l_2, мм	70	60	60	80	80	70	80	70	90	70

Задание 3

Задача 1. Расчет сварного соединения.

Рассчитать сварное соединение согласно схеме на рисунке 3.1. На кронштейн воздействуют силы P и P_1. Определить необходимую величину катета сварного шва. Допускаемое напряжение в сварном шве $[\tau]=60МПа$. Определить толщину кронштейна δ из условия, что допускаемое напряжение материала кронштейна $[\sigma_{из}]=100МПа.$

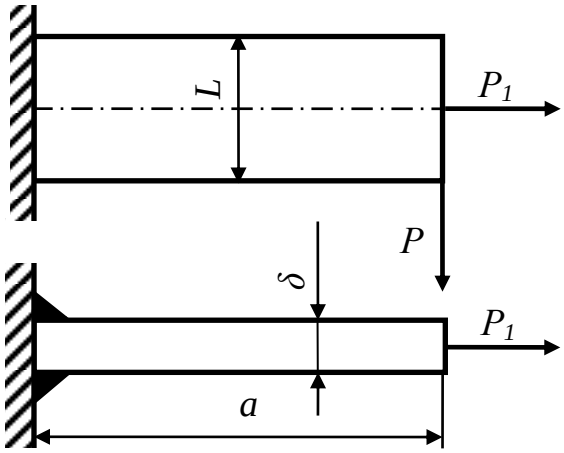


Рисунок 3.1 – Схема для расчета сварного таврового соединения.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P, кН	1	1,2	1,5	2	2,5	2,5	2,5	3	3,5	4
P_1, кН	-	2	-	4	-	6	-	8	-	10
a, мм	150	200	250	300	350	150	200	250	300	350
L, мм	-	40	-	45	-	50	-	55	-	60

Задача 2. Расчет шпоночного соединения.

Рассчитать призматическую шпонку (рисунок 3.2), принимая материал шпонки – сталь, допускаемые напряжения смятия $[\sigma_{см}]=180МПа$, допускаемые напряжения среза $[\tau]=90МПа.$

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n, мин$^{-1}$	950	970	990	1010	1030	1050	1070	1100	1120	1150
P, кВт	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5
d, мм	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
l_p, мм	20	22	24	26	28	20	22	24	26	28

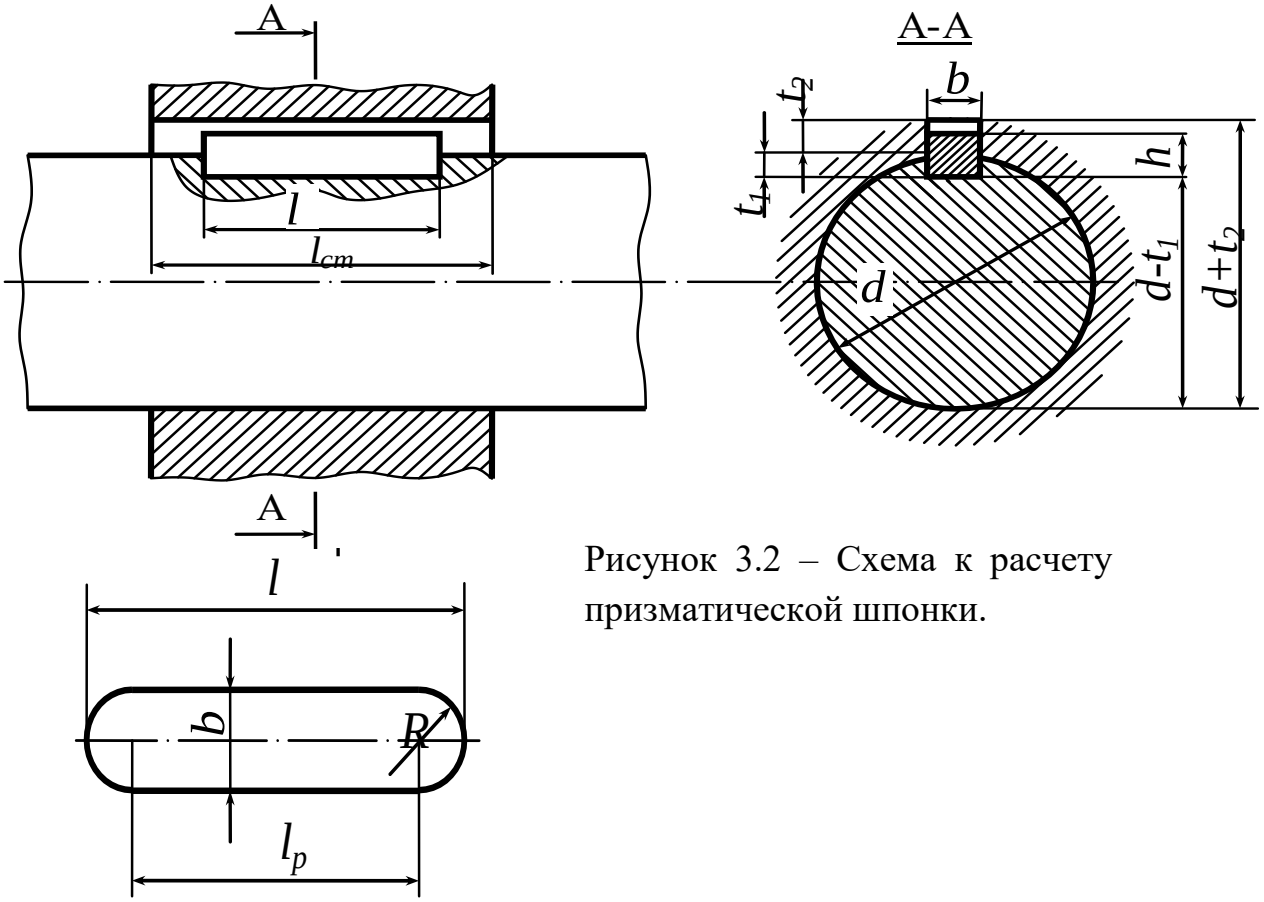


Рисунок 3.2 – Схема к расчету призматической шпонки.

Задача 3. Расчет червячной передачи.

Расчетом на контактную прочность определить крутящий момент, который может передать червячная передача (рисунок 3.3), принимая допускаемые контактные напряжения $[\sigma_H] = 130 МПа$, коэффициенты динамической нагрузки и неравномерности нагрузки K_{Hv} = 1,1 и $K_{H\beta}$ = 1,2.

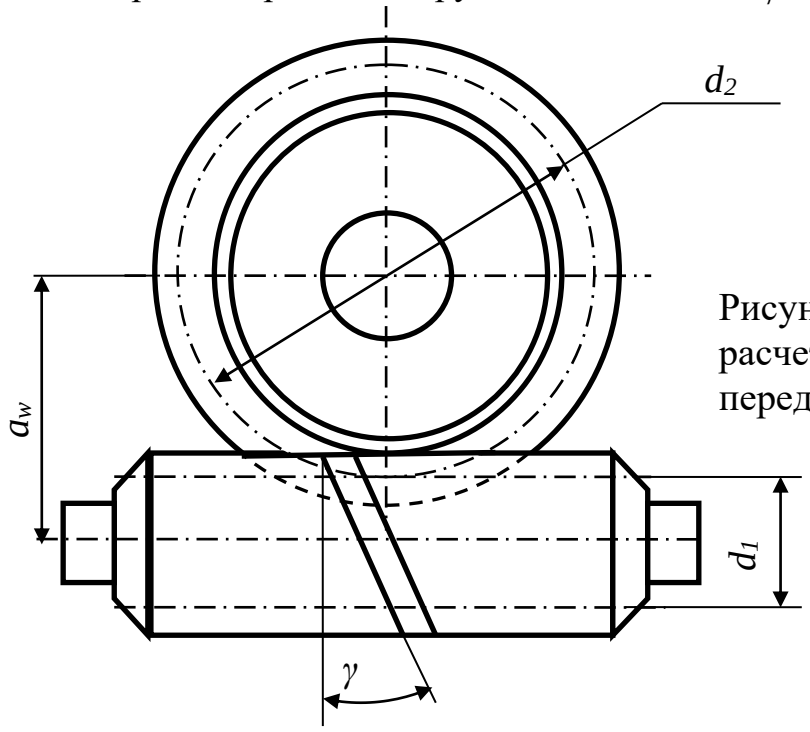


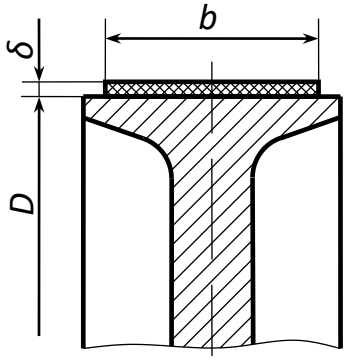
Рисунок 3.3 – Схема к расчету червячной передачи.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d_1, мм	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46
z_2	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
d_2, мм	120	115	125	120	115	110	100	105	120	115

Задача 4. Расчет ременной передачи.

Рассчитать плоскоременную передачу с натяжным роликом (рисунок 3.4). Мощность на ведущем шкиве N_1, его угловая скорость ω_1 и угловая скорость ведомого шкива ω_2 приведены в таблице. Работа передачи односменная, пусковая нагрузка до 150% номинальной.



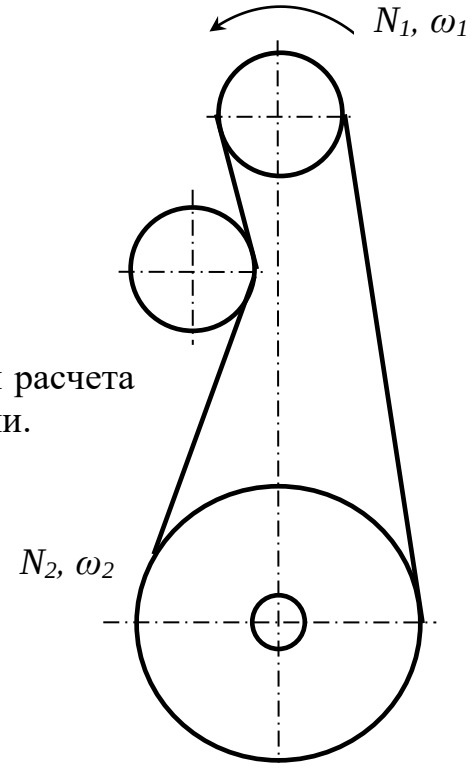


Рисунок 3.4 – Схема для расчета плоскоременной передачи.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N_1, кВт	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8
ω_1	210	200	180	160	150	140	130	120	110	100
ω_2	30	32	34	26	28	30	32	34	26	28

Задача 5. Расчет подшипника качения.

Определить долговечность шарикового радиального подшипника №207 (рисунок 3.5), имеющего динамическую грузоподъемность по каталогу C = 20,1кН. Нагрузка спокойная, вращается внутреннее кольцо, температура нагрева до 100 С°.

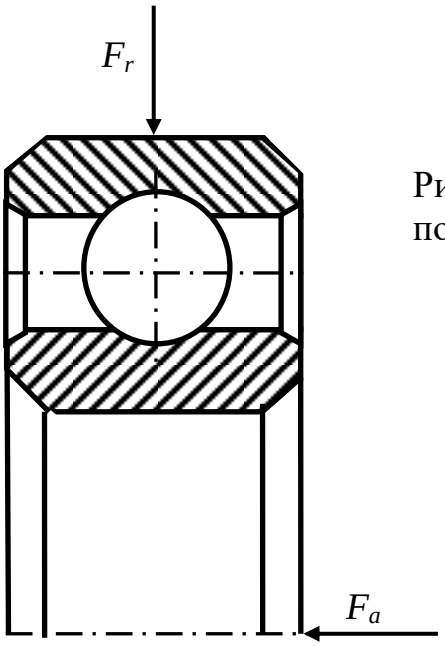


Рисунок 3.5 – Схема к расчету подшипника качения.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_r, кН	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5
F_a, кН	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
n, мин$^{-1}$	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250

Задание 4

Задача 1. Расчет сварного соединения.

Рассчитать сварное соединение согласно схеме на рисунке 4.1. Труба нагружена силой P и крутящим моментом T. Определить необходимую величину катета сварного шва. Допускаемое напряжение в сварном шве $[\tau] = 60 МПа$.

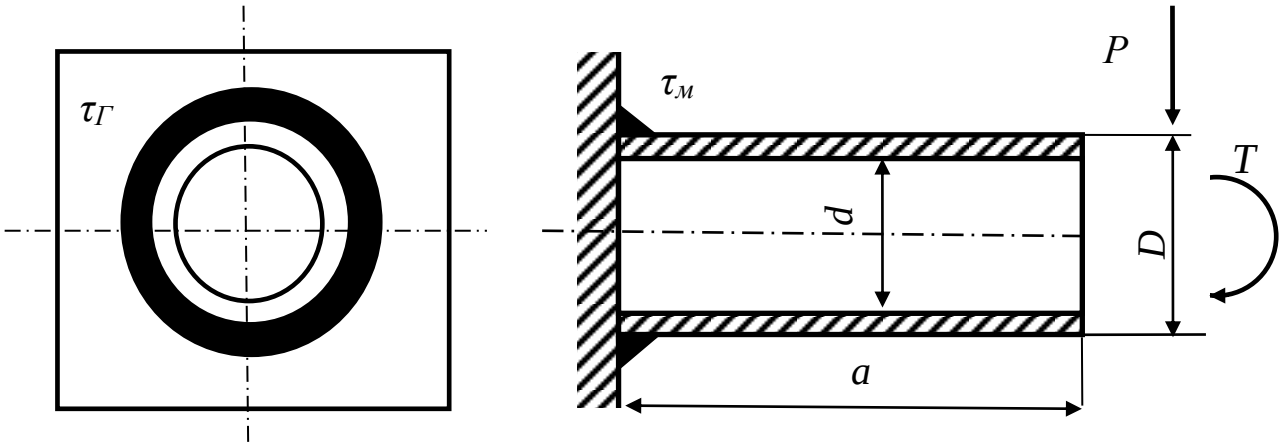


Рисунок 4.1 – Схема для расчета сварного соединения.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T, Н·м	500	-	600	-	700	-	800	-	900	-
P, кН	1	1,2	1,5	2	2,5	2,5	2,5	3	3,5	4
a, мм	150	200	250	300	350	150	200	250	300	350
L, мм	-	40	-	45	-	50	-	55	-	60
D, мм	160	-	165	-	150	-	155	-	165	-
d, мм	150	-	155	-	140	-	145	-	153	-

Задача 2. Расчет группы болтов воспринимающих осевую нагрузку

Определить диаметр болтов (материал Сталь 3) крепления крышки радиально-упорного подшипника червяка (рисунок 4.2), если осевая сила, воспринимаемая подшипником F_a, число болтов z. При расчетах принять: коэффициент запаса начальной затяжки при переменной нагрузке $k_{зт}$ = 2,5…4; коэффициент внешней нагрузки, зависящий от соединяемых деталей, в приближенных расчетах для стальных и чугунных деталей без упругих прокладок принимают x = 0,2…0,3.

Предел текучести материала болта для Ст 3 σ_T =200 МПа;

Коэффициент запаса прочности, зависящий от материала, принимаем при неконтролируемой затяжке S_T = 5

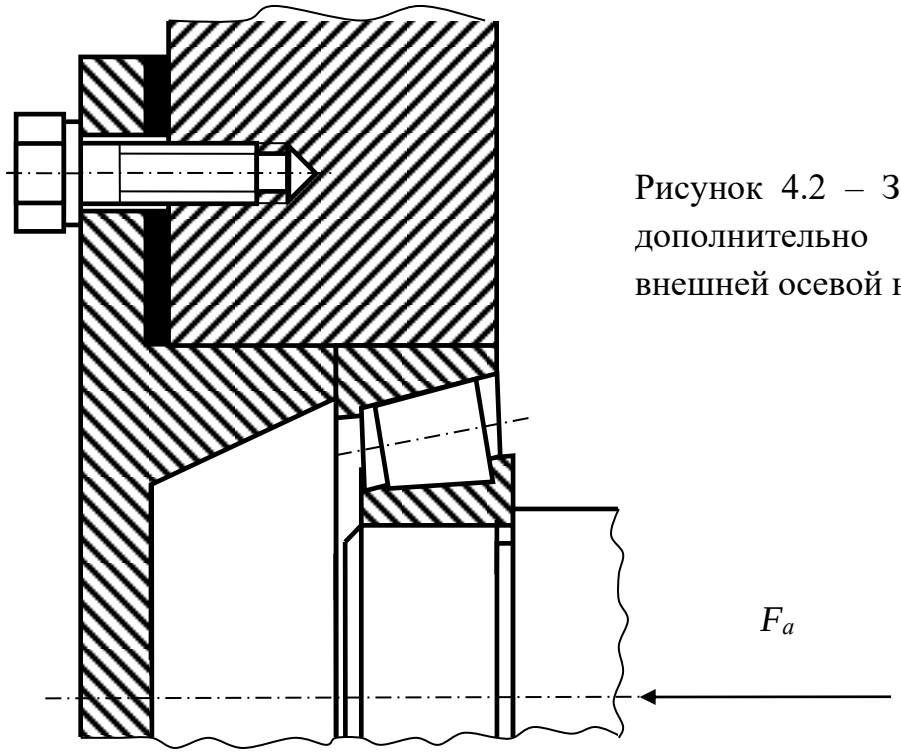


Рисунок 4.2 – Затянутый болт с дополнительно приложенной внешней осевой нагрузкой F_a.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_a, кН	3300	3500	3800	4000	3000	3200	3600	3900	3100	3400
z	6	8	10	12	6	8	10	12	6	8

Задача 3. Расчет конической зубчатой передачи.

Расчетом зубьев на контактную прочность определить длину зуба, конической шестерни (рисунок 1.3). При расчетах принять допускаемые контактные напряжения $[\sigma_H] = 550 МПа$, коэффициенты динамической нагрузки и неравномерности нагрузки K_{Hv} =1,2 и $K_{H\beta}$ = 1,1. Коэффициент формы сопряженных поверхностей зубьев в полюсе зацепления принять в расчетах Z_H = 1,77, коэффициент, учитывающий механические свойства материалов - Z_M = 275 МПа$^{1/2}$.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P, кВт	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
n, мин$^{-1}$	800	820	840	860	880	900	920	940	960	980
z_1	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
z_2	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105

Задача 4. Расчет ременной передачи.

Рассчитать плоскоременную передачу (рисунок 4.4). Определить ширину плоского ремня. Мощность на ведущем шкиве N_1 и частота вращения n_1 приведены в таблице. Толщину ремня принять δ = 10 мм. Допускаемые полезные напряжения для типовой передачи принять$[\sigma_t]_o$ = 1,8 МПа, Коэффициент угла обхвата – k_α = 0,9. Скоростной коэффициент, учитывающий уменьшение прижатия ремня к шкиву под действием центробежных сил принять равным k_υ = 0,9, коэффициент режима нагрузки, учитывающий влияние колебания нагрузки на долговечность ремня – k_H = 0,9, коэффициент, зависящий от угла наклона линии межосевого расстояния – k_0 = 1.

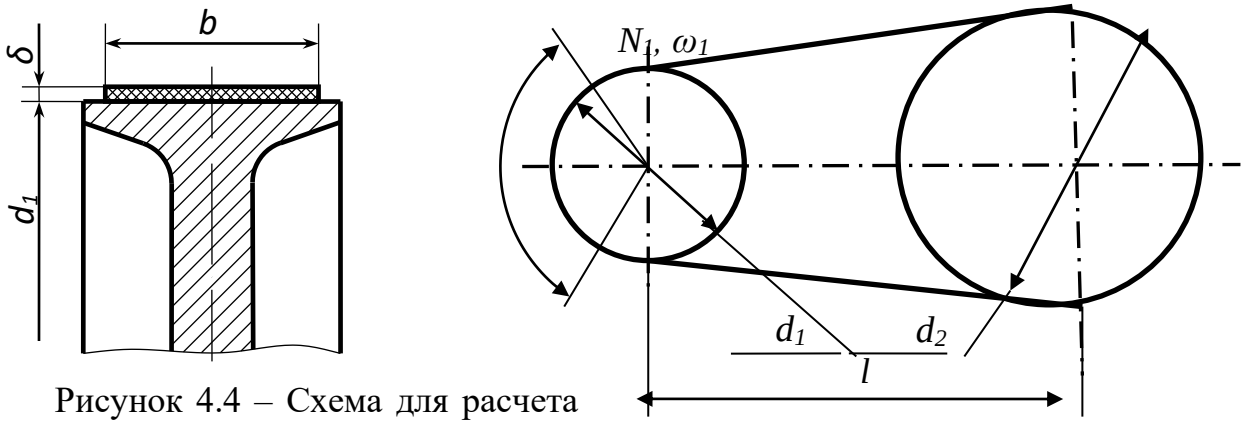


Рисунок 4.4 – Схема для расчета плоскоременной передачи.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N_1, кВт	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
n_1, мин$^{-1}$	710	730	750	770	810	830	850	870	900	950
d_1, мм	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175

Задача 5. Расчет подшипника скольжения.

Определить диаметр и длину подшипника трения (рисунок 4.5), изготовленного из латуни. Допускаемое контактное давление принять равным $[p]=12МПа$, произведение допускаемого давления на скорость скольжения $[pv]=10МПа\cdot м/с$.

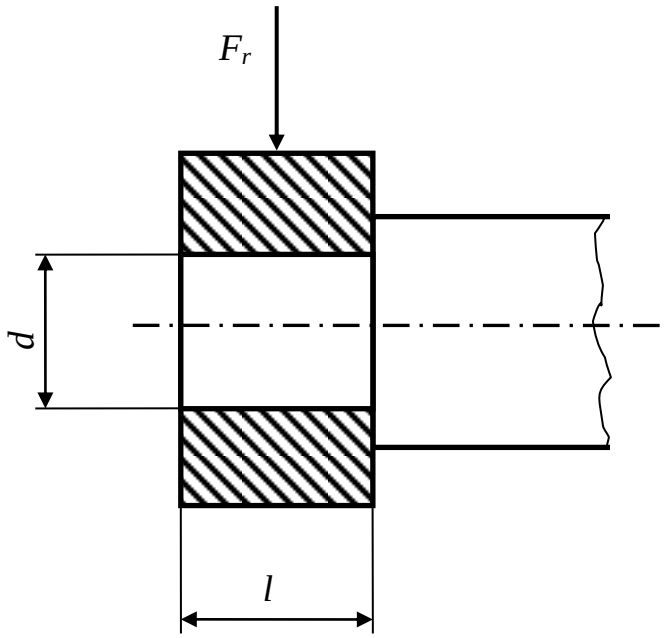


Рисунок 4.5 – Схема к расчету подшипника скольжения.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, кН	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5
n, мин$^{-1}$	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250

Задание 5

Задача 1. Расчет сварного соединения.

Рассчитать кронштейн и сварное соединение (рисунок 5.1), комбинированное лобовым и фланговыми швами. Соединение нагружено моментом T и растягивающей силой F. Нагрузка статическая, толщина листа δ, материал листа Ст3, предел текучести материала для Ст3 $\sigma_T = 220МПа.$. Сварка ручная электродом Э42. Запас прочности для металлических конструкций при статических нагрузках S = 1,4.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, кН	10	12	15	20	17	11	13	14	16	18
T, кН·м	8	8,5	9	9,5	10	10,5	7	7,5	11	11,5
δ, мм	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

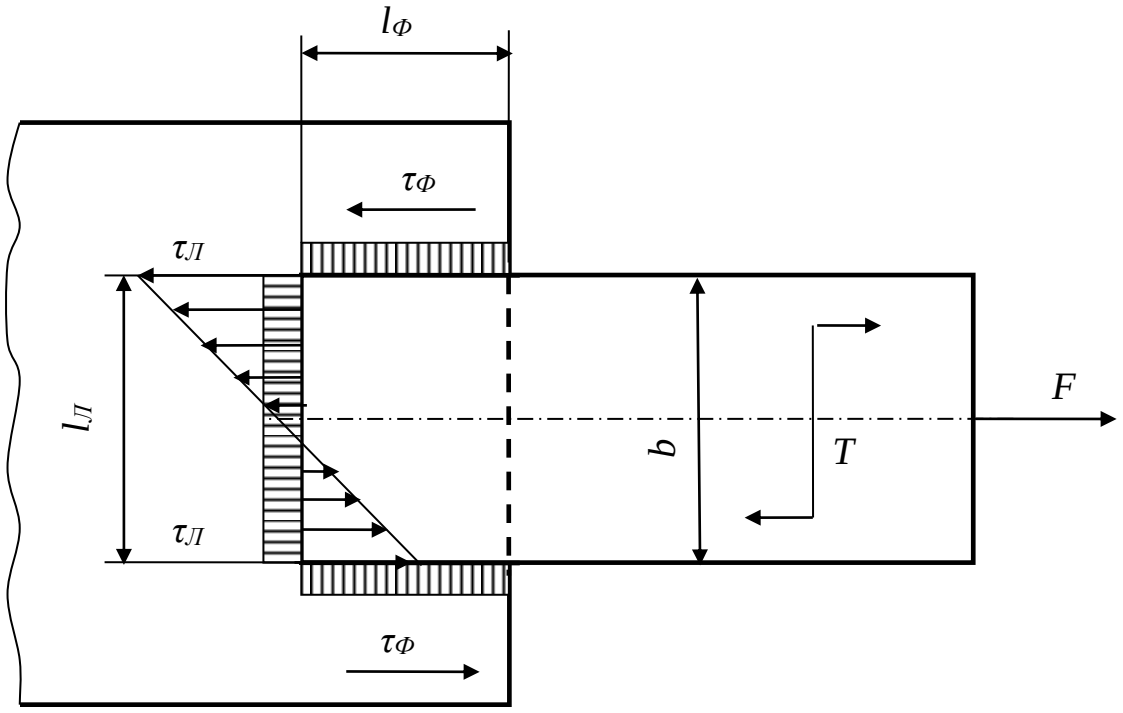


Рисунок 5.1 – К расчету сварного соединения, комбинированного лобовым и фланговыми швами.

Задача 2. Расчет болта, вставленного в отверстие без зазора

Рассчитать болтовое соединение, изображенное на рисунке 5.2 Болт, поставленный в отверстие без зазора, нагружен пульсирующей поперечной силой *F*. Материал соединяемых деталей и болта Ст 5, для которого предел текучести $\sigma_T = 240 МПа.$.

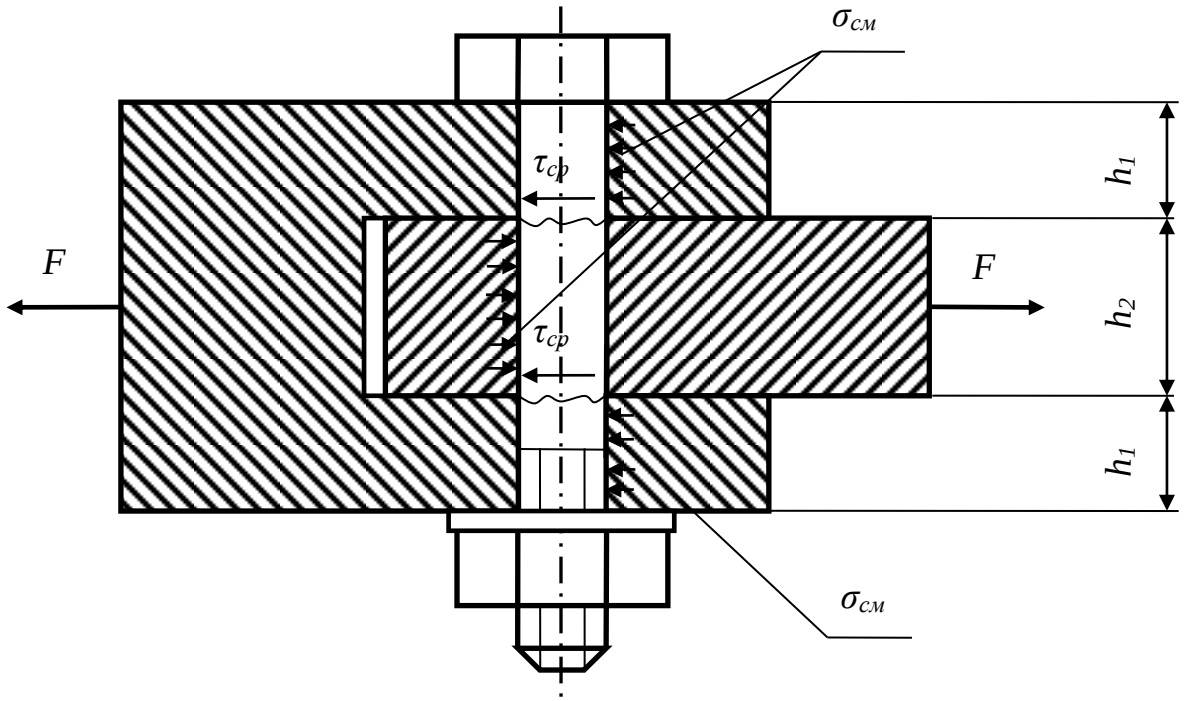


Рисунок 5.2 – Схема болта, вставленного в отверстие без зазора.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, кН	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10

Задача 3. Расчет прямозубой цилиндрической шестерни.

Определить длину зуба некорригированной прямозубой цилиндрической шестерни (рисунок 5.3) расчетом на контактную прочность. При расчетах принять: передаточное число u =2, допускаемые контактные напряжения $[\sigma_H] = 500 МПа$, коэффициенты динамической нагрузки и неравномерности нагрузки K_{Hv} =1 и $K_{H\beta}$ = 1,2. Коэффициент формы сопряженных поверхностей зубьев в полюсе зацепления принять в расчетах Z_H = 1,77, коэффициент, учитывающий механические свойства материалов - Z_M = 275 МПа$^{1/2}$.

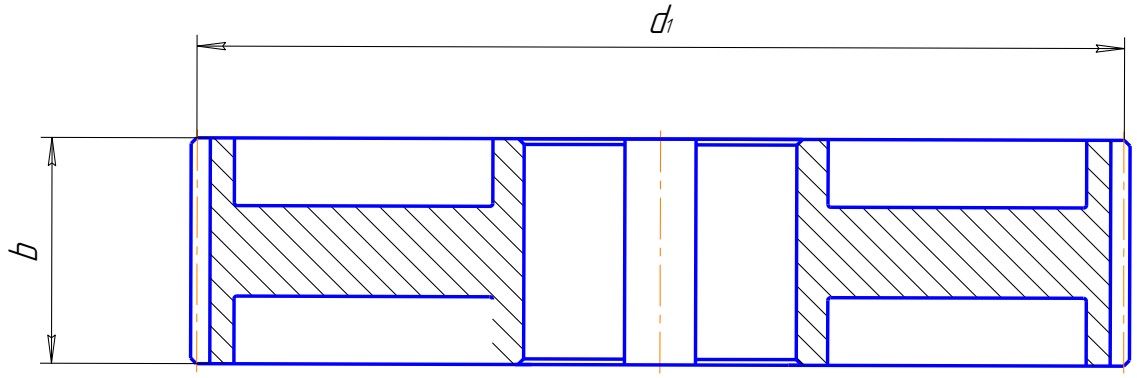


Рисунок 5.3 – Некорригированная прямозубая цилиндрическая шестерня.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P, кВт	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
n, мин$^{-1}$	800	820	840	860	880	900	920	940	960	980
d_1, мм	140	142	144	146	148	150	152	154	156	158

Задача 4. Расчет плоскоременной передачи.

Определить фактическое передаточное отношение плоскоременной передачи (рисунок 5.4), если известны диаметры ведущего d_1 и ведомого d_2 шкивов и их частоты вращения n_1 и n_2.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n_1, мин$^{-1}$	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900
d_1, мм	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96
n_2, мин$^{-1}$	390	430	470	507	546	585	625	665	702	740
d_2, мм	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240

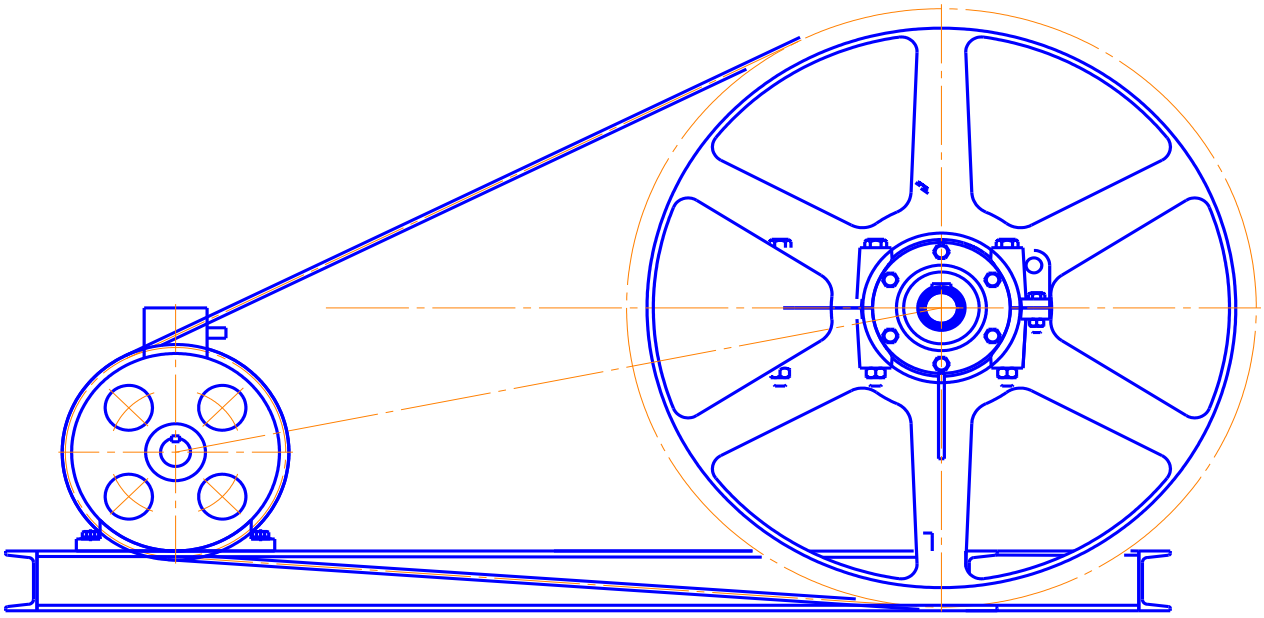


Рисунок 5.4 – Плоскоременная передача.

Задача 5. Расчет вала лебедки.

Определить минимальный диаметр приводного вала 5 электрической лебёдки (рисунок 5.5) из расчёта в период разгона. Масса поднимаемого груза m и диаметр барабана $D_б$ приведены в таблице. Момент инерции барабана и других деталей, вращающихся вместе с ним относительно оси вала 2: $J_{пр}$ = 30 Н·м^2.

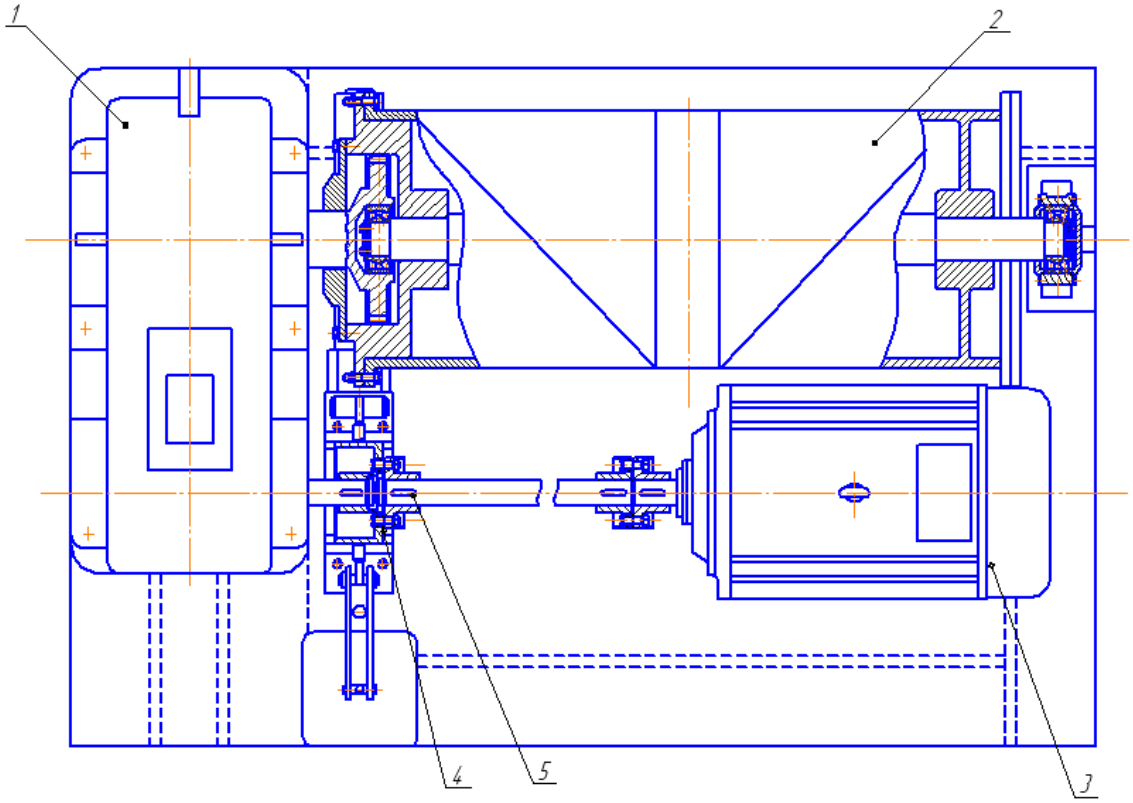


Рисунок 5.5 – Схема электрической лебедки.

Моментом инерции вала 5 и посаженной на нём муфты пренебречь. КПД системы привода η = 0,75. Принять, что в период разгона вал 5 вращается равноускорено и через 2 сек. после включения приобретает рабочую частоту вращения $n_{двиг}$ = 710 мин$^{-1}$. Допускаемое напряжение материала вала 5 при расчёте по касательным напряжениям принять [τ]= 30 МПа.

Передаточное число редуктора u = 4.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
m, кг	500	520	540	560	580	600	620	640	660	680
$D_б$, мм	500	520	540	560	580	600	620	640	660	680

Задание 6

Задача 1. Расчет заклепочного соединения.

Задание: Рассчитать заклепочное соединение. Нагрузка пульсирующая. Материал заклепок Ст6, допускаемые напряжения при расчете на срез $\lfloor\tau_{ср}\rfloor$ = 85 МПа, допускаемые напряжения смятия $[\sigma_{см}]$ =210 МПа.

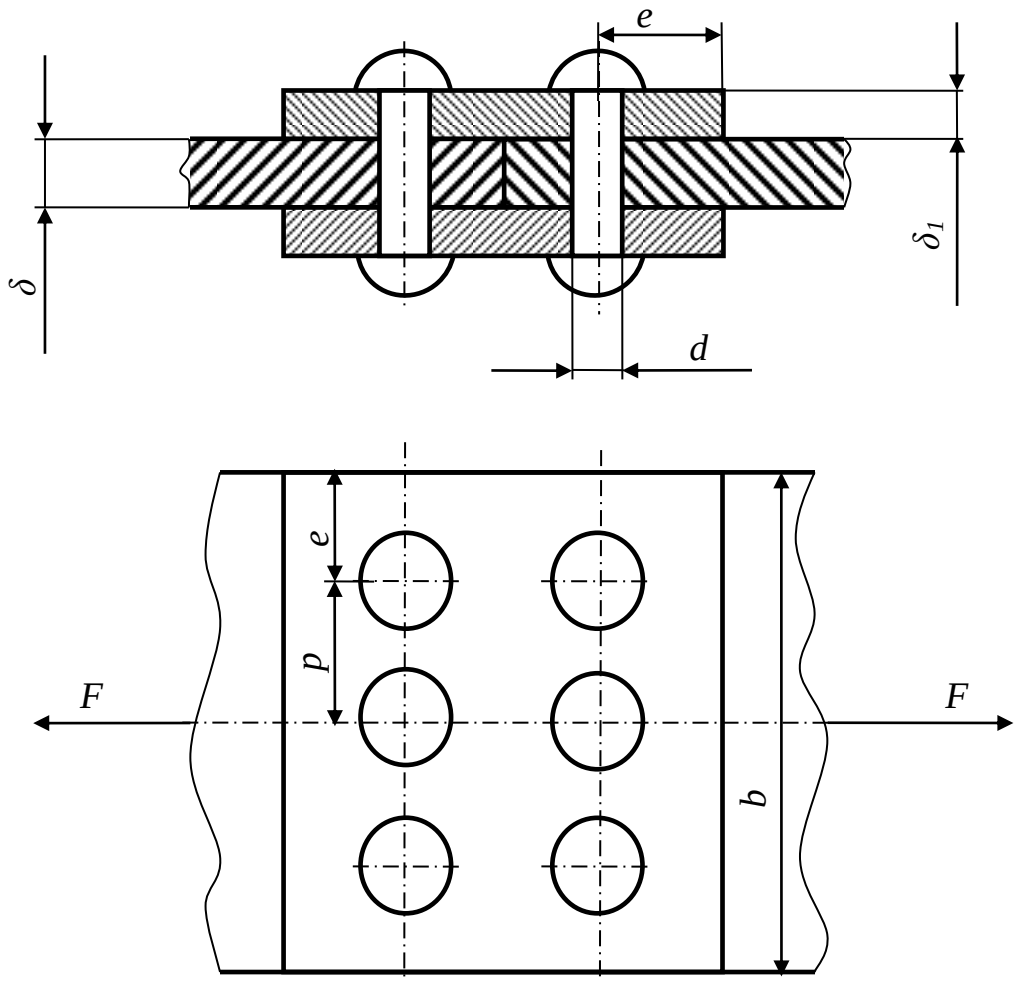


Рисунок 6.1 – Схема для расчета двухсрезного заклепочного соединения.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, кН	10	11	12	13	14	15	16	17	18	10
δ, мм	2,8	2,5	3,0	3,5	2,6	3,7	4,0	2,9	3,2	2,4

Задача 2. Расчет зубчатого (шлицевого) соединения.

Подобрать по стандарту подвижное зубчатое (шлицевое) соединение блок-шестерни с валиком коробки переключения передач (рисунок 6.2) и проверить его на прочность. Материал валика и блок-шестерни – Ст45. Ширину блок-шестерни определить из условия прочности зубчатого соединения. Передаваемый валиком вращающий момент *T* и диаметр валика *D* приведены в таблице. Допускаемые напряжения смятия для подвижных соединений $[\sigma_{см}]$ = 15 МПа.

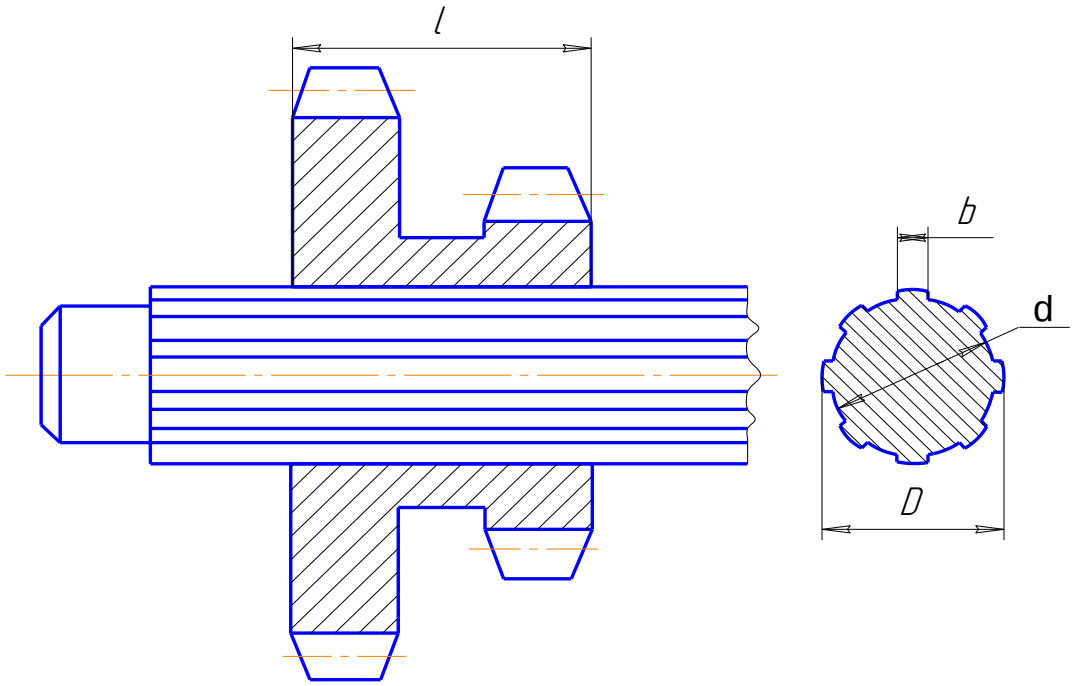


Рисунок 6.2 – Подвижное зубчатое (шлицевое) соединение.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T, Н·м	620	640	680	720	760	800	840	860	880	900
d, мм	40	47	55	67	72	78	86	95	102	110

Задача 3. Расчет цилиндрической косозубой передачи.

Расчетом прочности зубьев на изгиб определить ширину шестерни некорригированной косозубой передачи (рисунок 6.3). При расчетах принять допускаемые напряжения изгиба $[\sigma_F] = 240 МПа$, коэффициенты динамической нагрузки и неравномерности нагрузки $K_{Fv} = 1,2$ и $K_{F\beta} = 1,1$. Угол наклона зуба β

= 20º, коэффициент перекрытия зубьев Y_ε = 0,95, коэффициент наклона зубьев Y_β = 0,9.

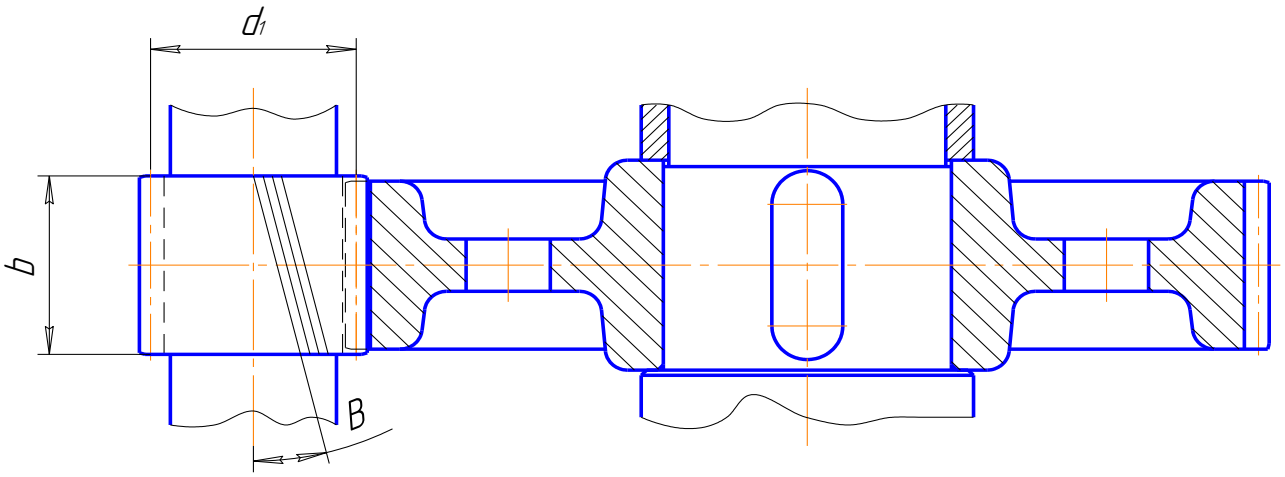


Рисунок 6.3 – Некорригированная косозубая цилиндрическая передача.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
z	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
d_1, мм	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118
P, кВт	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
n, мин$^{-1}$	900	920	940	960	980	1000	1020	1040	1060	1080

Задача 4. Расчет клиноременной передачи.

Определить число клиновых ремней типа Б клиноременной передачи, показанной на рисунке 2.4.

Передача горизонтальная, нагрузка с умеренными толчками, работа двухсменная. Угол обхвата ремнем меньшего шкива принять α = 140º.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n_1, мин$^{-1}$	950	970	990	1010	1030	1050	1070	1100	1120	1150
P_1, кВт	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8
d_1, мм	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145

Задача 5. Расчет фрикционной конической муфты.

Определить силу F_a осевого прижатия простейшей конической муфты трения (рисунок 6.5), необходимую для передачи крутящего момента T при среднем диаметре муфты D_{cp} и коэффициенте трения между полумуфтами f = 0,1. Коэффициент запаса по трению принять равным K = 1,5. Данная полумуфта не допускает смещения и перекоса соединяемых валов.

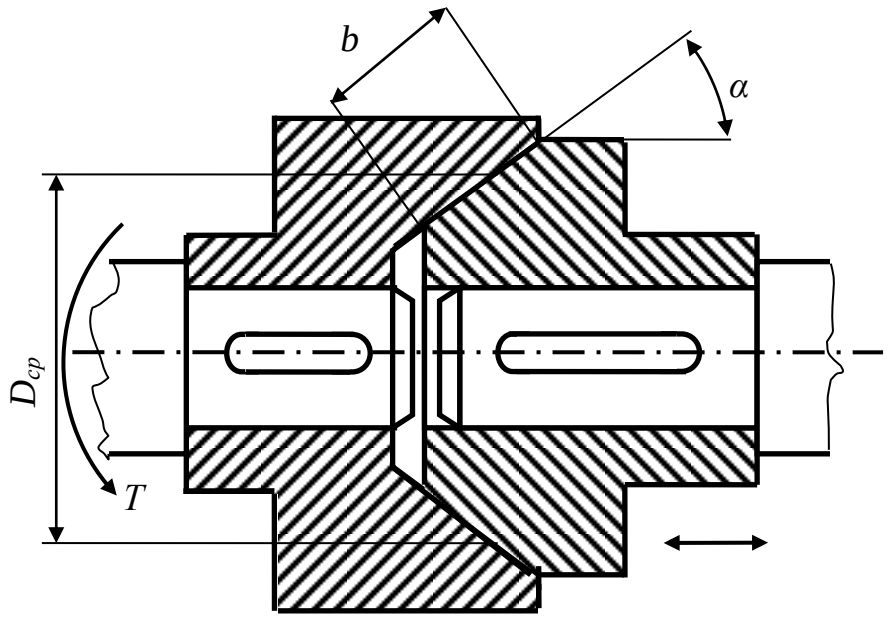


Рисунок 5.6. Схема к расчету фрикционной конической муфты.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
α, °	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
T, Н·м	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
$D_{ср}$, мм	180	185	190	195	200	205	210	215	220	115

Задание 7

Задача 1. Расчет клеевого соединения.

Рассчитать стыковое клеевое соединение, находящееся под действием статической осевой нагрузки F. Определить наружный диаметр D соединительных фланцев. Соединение работает при t = 20°С.

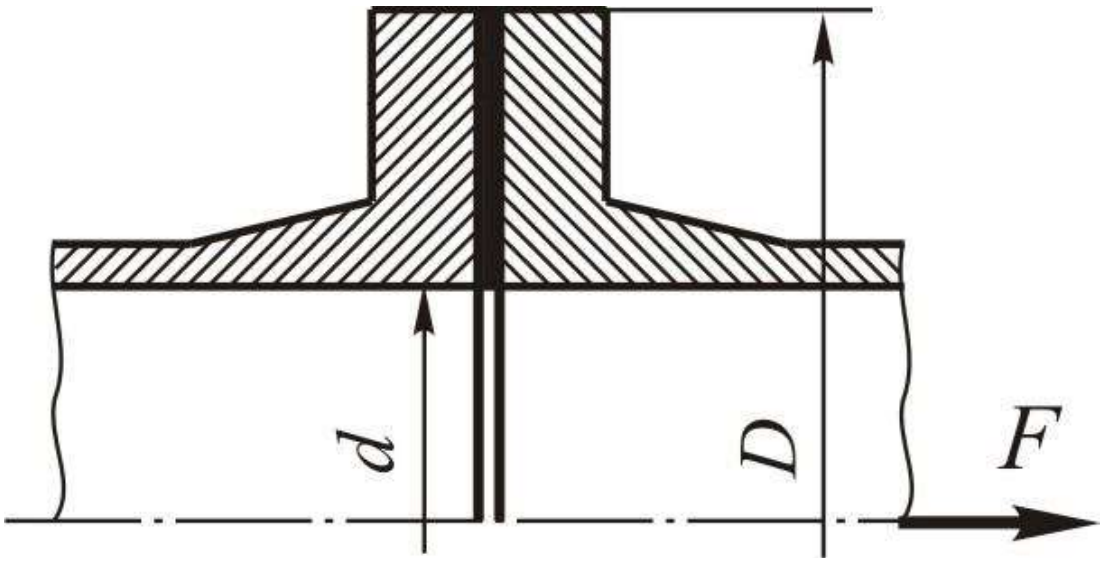


Рисунок. 7.1 – Стыковое клеевое соединение.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, кН	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
d, мм	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34

Задача 2. Расчет штифтового соединения.

Рассчитать цилиндрический штифт крепления шестерни на валу. Диаметр вала *d* и передаваемый момент *T* приведены в таблице. Принять допускаемые напряжения для сталей: [τ] = 60...80МПа, $[\sigma_{см}]$ =100...150 МПа.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T, Н·м	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
d, мм	25	28	30	32	35	38	40	42	45	48

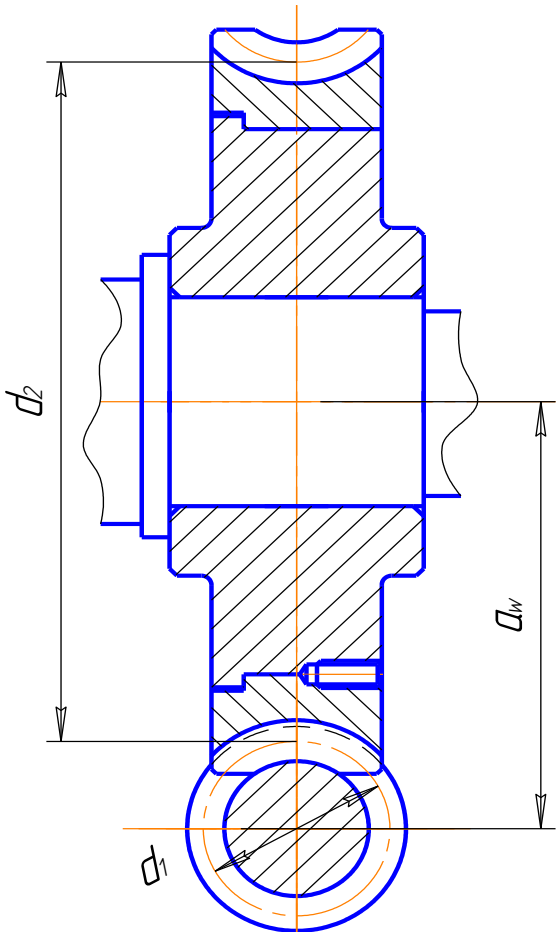


Рисунок 7.3 – Схема к расчету червячной передачи.

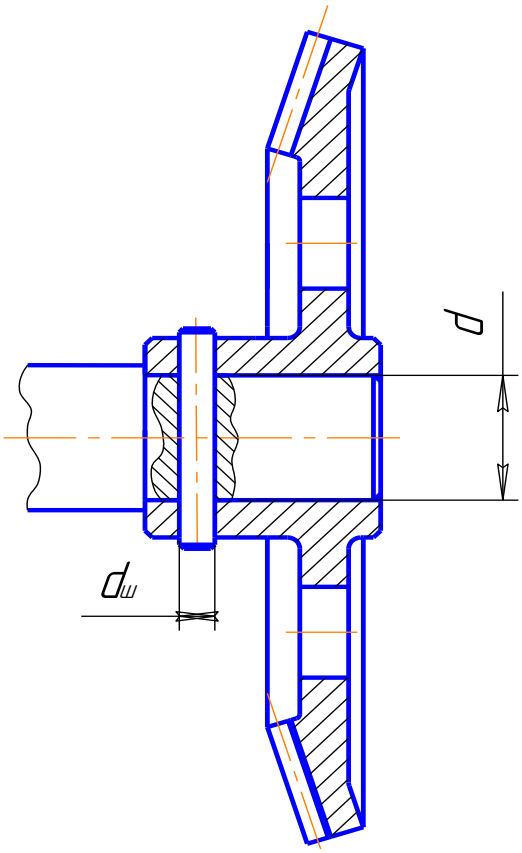


Рисунок 7.2 – Схема к расчету цилиндрического штифта крепления шестерни на валу.

Задача 3. Расчет червячной передачи.

Расчетом зубьев на изгиб определить ширину червячного колеса (рисунок 7.3), принимая угол подъема витка червяка γ = 10°, допускаемые напряжения

изгиба $[\sigma_F] = 240 МПа$, коэффициенты динамической нагрузки и неравномерности нагрузки K_{Fv} = 1,2 и $K_{F\beta}$ = 1,1, к.п.д. передачи η = 0,75.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n_1, мин$^{-1}$	950	970	990	1010	1030	1050	1070	1100	1120	1150
P_1, кВт	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8
z_1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
z_2	30	32	34	26	28	30	32	34	26	28
d_2, мм	120	115	125	120	115	110	100	105	120	115

Задача 4. Расчет цепной передачи с натяжной звездочкой.

Определить межосевое расстояние цепной передачи с натяжной звездочкой (рисунок 7.4) при условии работы цепи под нагрузкой с умеренными толчками с периодическим смазыванием. Работа односменная, наклон линии межосевого расстояния к горизонту 10º. Величины вращающего момента на валу ведущей звездочки T_1, частоты вращения ведущей звездочки n_1 и передаточного числа u указаны в таблице.

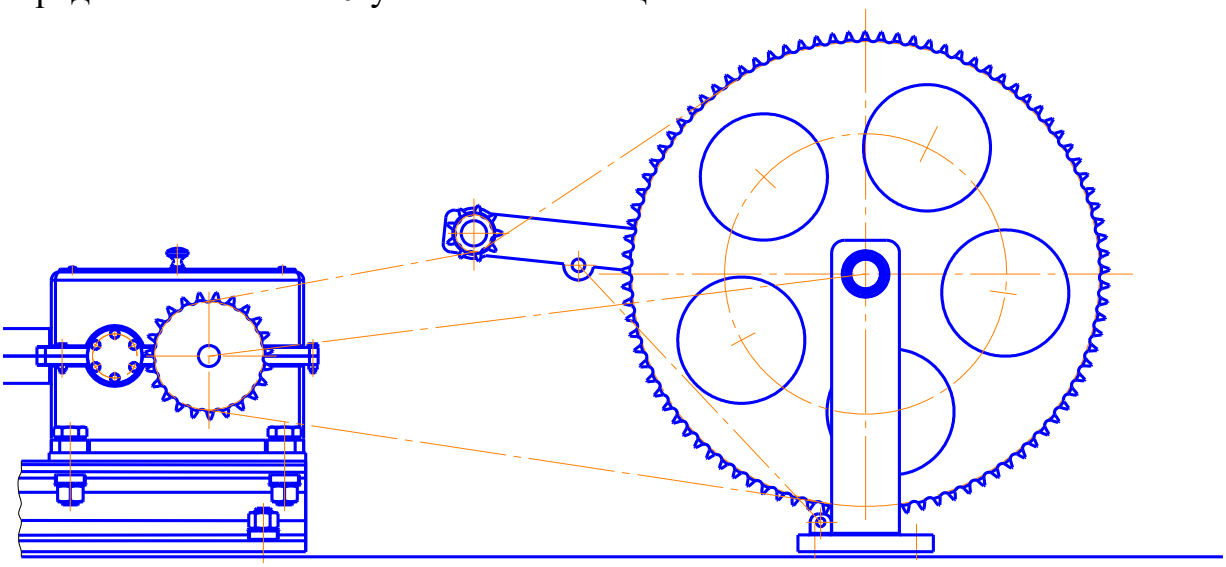


Рисунок 7.4 – Цепная передача с натяжной звездочкой.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T_1, Н·м	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
n, мин$^{-1}$	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
u	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6

Задача 5. Расчет фрикционной дисковой муфты.

Определить крутящий момент, который может передать фрикционная дисковая муфта (рисунок 7.5), принимая коэффициент трения между

полумуфтами f = 0,3, коэффициент запаса по трению K = 1,5, допустимое давление $[p] = 0{,}3 МПа$.

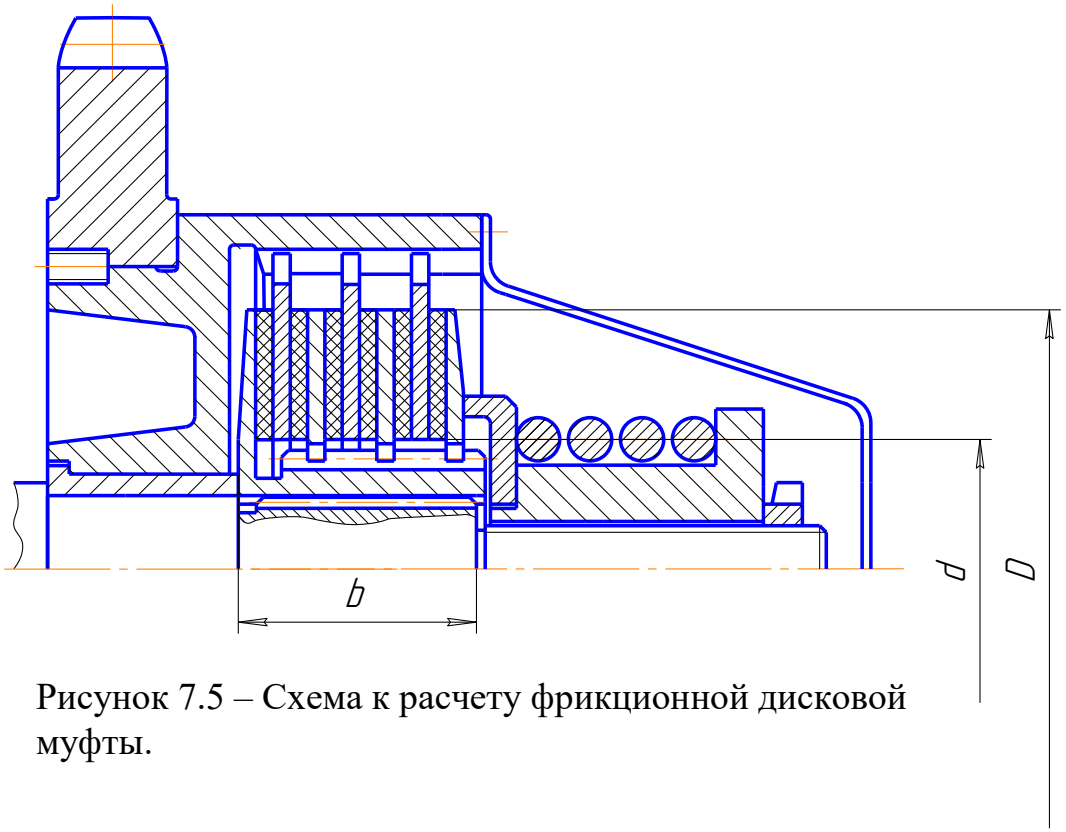


Рисунок 7.5 – Схема к расчету фрикционной дисковой муфты.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d, мм	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118
D, мм	180	184	188	192	196	200	204	208	212	216

Задание 8

Задача 1. Расчет цилиндрического соединения с гарантированным натягом.

Для вала, передающего зубчатому колесу мощность P при частоте вращения n подобрать посадку с гарантированным натягом и проверить прочность деталей после запрессовки (рисунок 8.1). Материал колеса и вала принять – сталь 45 (улучшенная $\sigma_т$ = 450 МПа), допускаемые напряжения кручения [τ] = 40 МПа, коэффициент трения на поверхности соединения после сборки f = 0,1, модуль упругости для материала колеса и вала $E1 = E2 = 2{,}1 \cdot 10^5$ МПа, коэффициент Пуассона для стальных деталей μ = 0,3.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P, кВт	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
n, мин$^{-1}$	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750

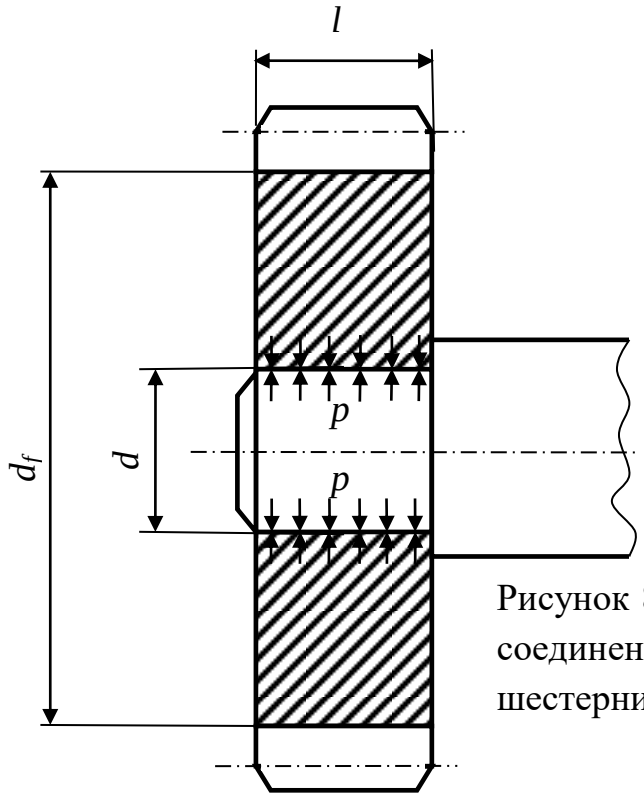


Рисунок 8.1 – Схема к расчету соединения с натягом вала и шестерни.

Задача 2. Расчет болтов крышки резервуара, нагруженной внутренним давлением.

Рассчитать болты, соединяющие крышку с цилиндрическим сосудом для сжатого воздуха (рисунок 8.2). Определить усилие затяжки болтов крышки резервуара из условия нераскрытия стыка, принимая: коэффициент запаса по затяжке k =1,5; коэффициент внешней нагрузки χ = 0,5.

Определить диаметр болтов, стягивающих крышку и корпус резервуара, принимая количество болтов n = 8 и допускаемое напряжение на растяжение материала болтов равное $[\sigma_p]$ = 180 МПа.

Определить напряжение среза τ_{cp} в резьбе стягивающих болтов, принимая коэффициент неравномерности нагрузки по виткам резьбы K_1 = 0,7 и коэффициент заполнения резьбы K = 0,87. Внутренний диаметр резьбы болтов d в зависимости от давления в резервуаре приведен в таблице. Высоту гайки принять равной 0,7d от внутреннего диаметра резьбы болтов. Давление воздуха в цилиндре по манометру p, наружный диаметр центрирующего выступа и внутренний диаметр прокладки D_1, наружный диаметр крышки фланца цилиндра и прокладки D приведены в таблице.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
p, МПа	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
D, мм	470	480	490	500	510	520	530	540	550	560
D_1, мм	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430
d, мм	13,8	15,3	17,3	17,3	19,3	19,3	20,75	20,75	24,8	24,8

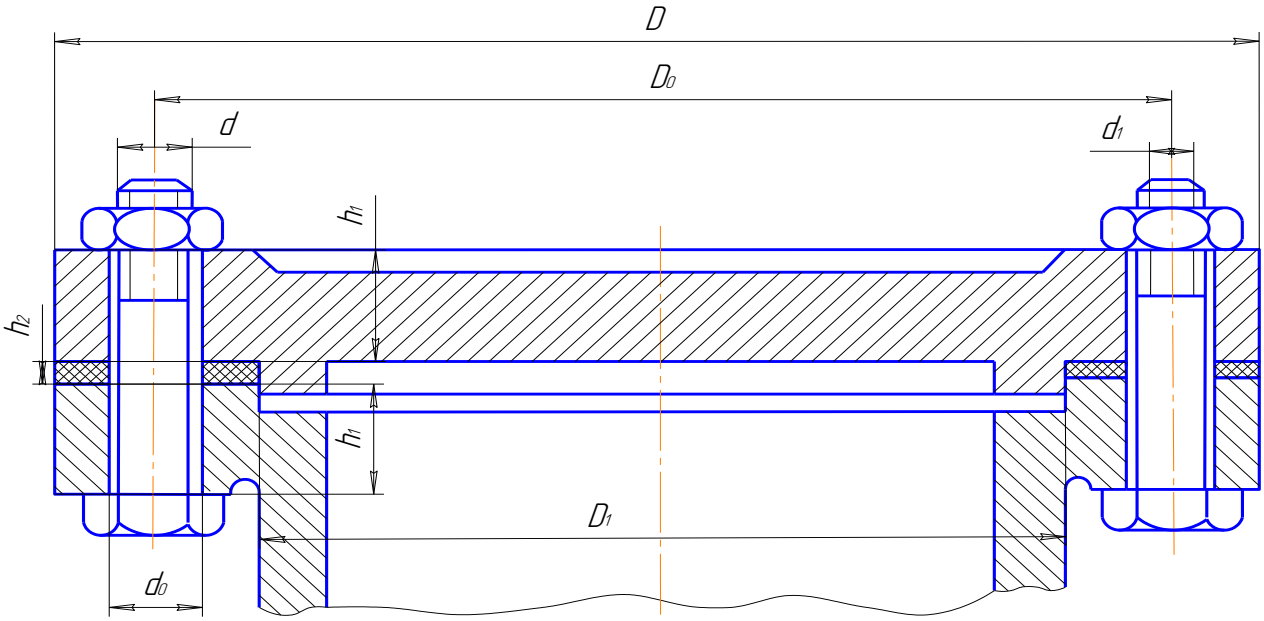


Рисунок 8.2 – Схема к расчету болтов, соединяющих крышку с цилиндрическим сосудом под внутренним давлением.

Задача 3. Расчет цилиндрической косозубой передачи.

Определить диаметры начальных окружностей колес зубчатой цилиндрической косозубой пары (рисунок 8.3) по следующим исходным данным: допускаемое контактное напряжение материала зубчатых колес σ_H = 410 МПа, крутящий момент на валу колеса T_2, передаточное число зубчатой пары u. Работа передачи длительная, коэффициент долговечности для длительно работающей передачи K_{HL} =1, коэффициент неравномерности нагрузки $K_{H\beta}$ = 1,09, коэффициент ширины зубчатого венца ψ_{ba} = 0,4.

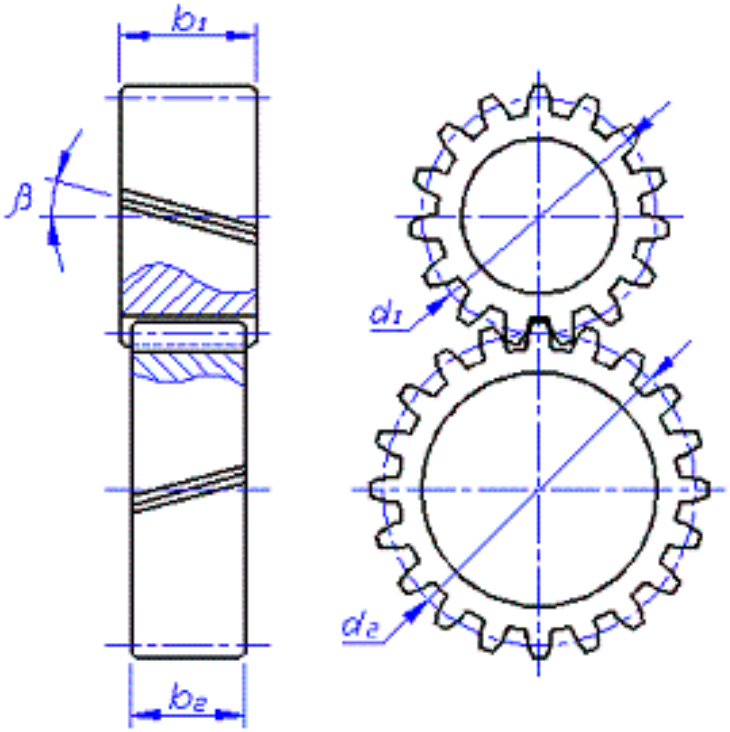


Рисунок 8.3 – Схема к расчету цилиндрической косозубой передачи.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T_2, Н·м	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475
u	3,8	4,0	4,2	4,5	4,8	5,0	5,2	5,5	5,8	6,0

Задача 4. Расчет клиноременной передачи.

Рассчитать клиноременную передачу от электродвигателя мощностью P_1 при угловой скорости ω_1 в приводе ленточного конвейера. Передаточное число u. Работа конвейера двухсменная, характеризуется умеренными колебаниями нагрузки с перегрузкой при пуске до 150%. Определить диаметры шкивов и длину ремня при оптимальной величине межосевого расстояния.

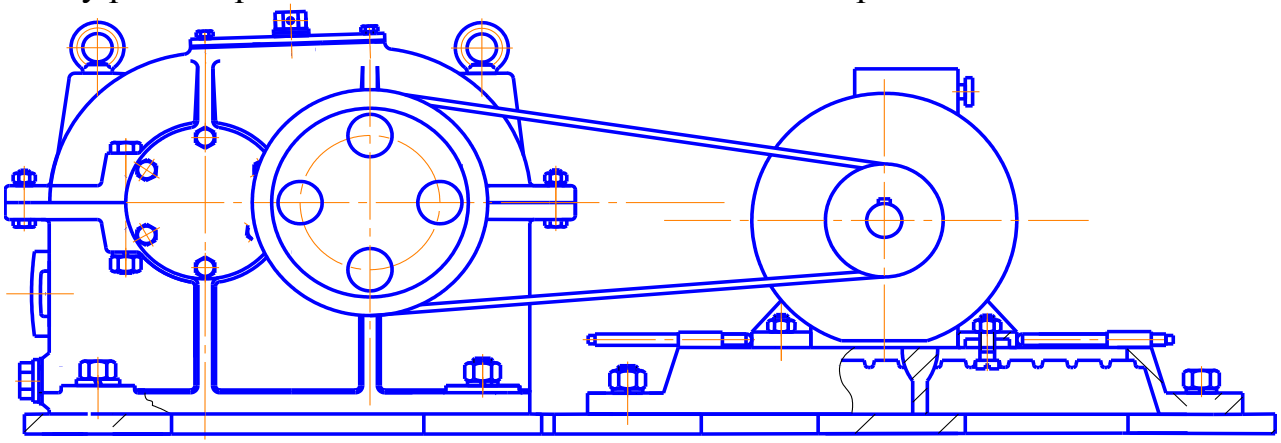


Рисунок 8.4 – Схема к расчету клиноременной передачи.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P_1, кВт	3,8	4	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6
ω_1, $с^{-1}$	120	150	170	190	210	230	250	270	290	310
u	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6

Задача 5. Расчет кулачковой предохранительной муфты.

На рисунке 8.5 упрощенно показана кулачковая муфта с пружинным прижимом одной полумуфты и профиль кулачков в зацеплении углом a. Определить максимальный крутящий момент, передаваемый муфтой при следующих исходных параметрах: коэффициент трения на поверхности кулачков f = 0,1, угол α = 30^0, трением полумуфты по поверхности вала пренебречь. Коэффициент неравномерности распределения нагрузки по кулачкам муфты K_n = (0,8…0,9).

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P, кН	1	1,2	1,3	1,5	1,7	2	2,3	2,5	2,7	3
D_{cp}, мм	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118
m_{tm}, мм	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8

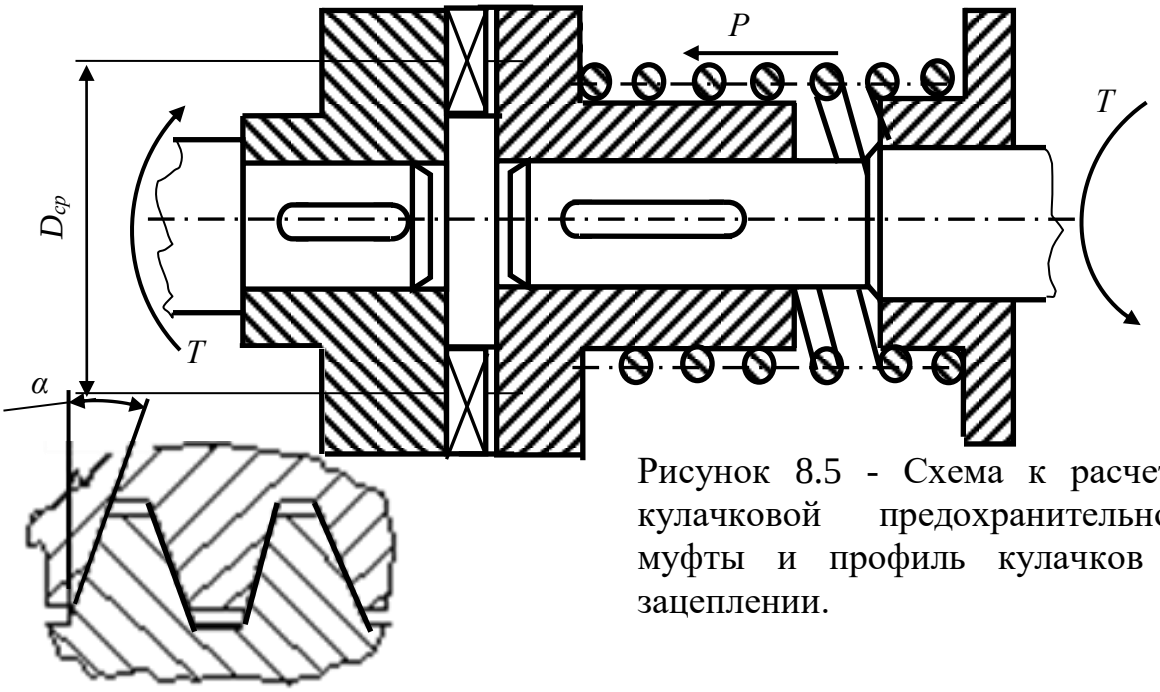


Рисунок 8.5 - Схема к расчету кулачковой предохранительной муфты и профиль кулачков в зацеплении.

Задание 9

Задача 1. Расчет сварного соединения.

Рассчитать сварное соединение двух уголков с косынкой (рисунок 9.1). Материал уголков и косынки – сталь Ст3 ($\sigma_T = 220 МПа.$). Сварка ручная. На оба уголка действует растягивающая сила *F*.

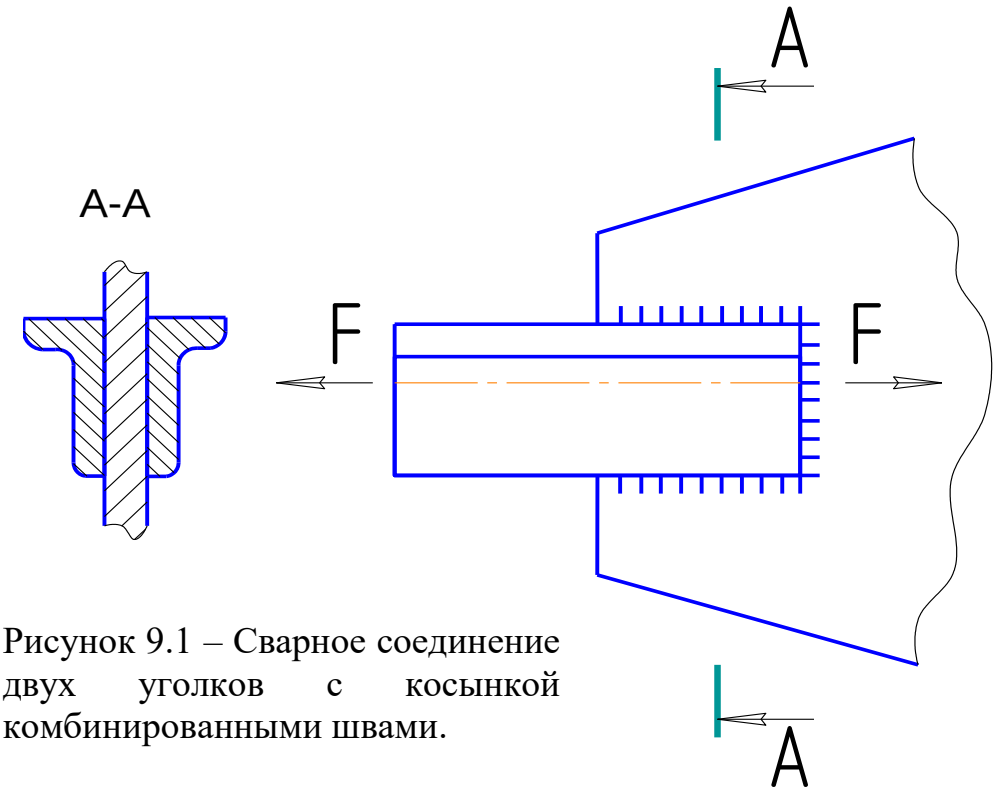


Рисунок 9.1 – Сварное соединение двух уголков с косынкой комбинированными швами.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, кН	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25

Задача 2. Расчет напряженного шпоночного соединения.

Подобрать по стандарту клиновую шпонку с головкой и проверить ее на прочность. Диаметр вала d и момент, передаваемый валом T, приведены в таблице. Рабочая длина шпонки l =1,5·d. Материал шпонки и ступицы колеса – сталь.

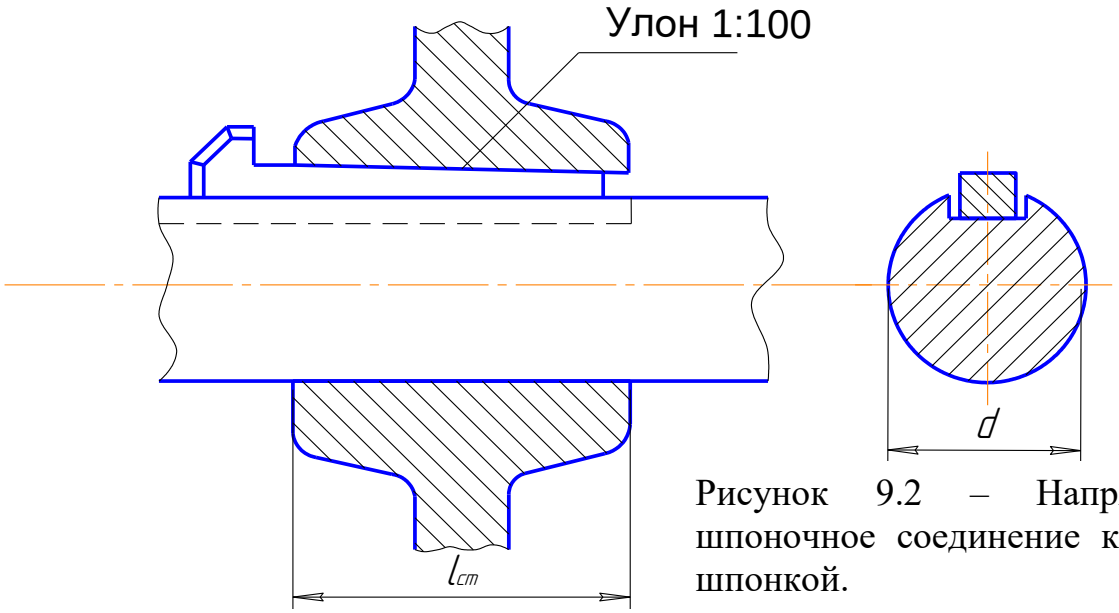


Рисунок 9.2 – Напряженное шпоночное соединение клиновой шпонкой.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T, Н·м	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475
d, мм	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44

Задача 3. Расчет цилиндрической косозубой передачи.

Расчетом на контактную прочность определить ширину шестерни некорригированной косозубой передачи (рисунок 6.3). При расчетах принять: передаточное число u = 3, допускаемые напряжения изгиба $[\sigma_H] = 550 МПа$, коэффициенты динамической нагрузки и неравномерности нагрузки $K_{H\nu}$ = 1,1 и $K_{H\beta}$ = 1,15. Угол наклона зуба β = 15º, коэффициент перекрытия зубьев ε_α = 1,75, K_ε = 1, коэффициент, учитывающий механические свойства материалов Z_M = 275 МПа.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d_1, мм	110	112	114	116	118	120	122	124	126	128
P, кВт	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
n, мин$^{-1}$	900	920	940	960	980	1000	1020	1040	1060	1080

Задача 4. Расчет цепной передачи.

Определить силу давления со стороны звездочек на валы цепной передачи (рисунок 9.4) учитывая, что наклон линии межосевого расстояния звездочек к горизонтали не превышает 40º и передача работает при спокойной нагрузке. Марка выбранной цепи указана на рисунке. Величины вращающего момента на валу ведущей звездочки T_1, частоты вращения ведущей звездочки n_1 и передаточного числа u указаны в таблице.

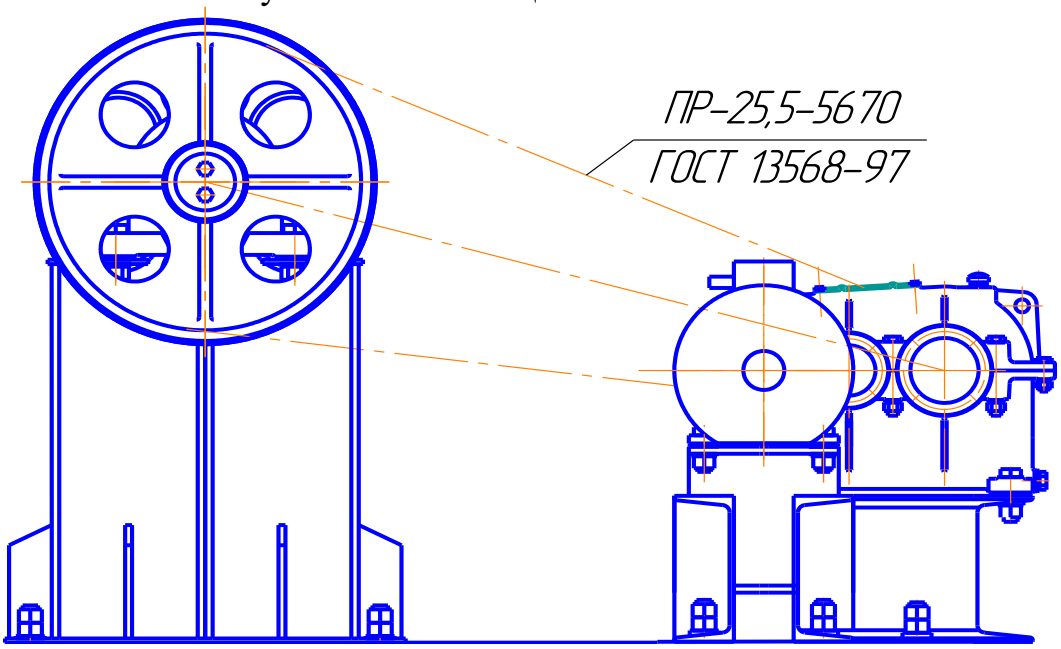


Рисунок 9.4 – Схема к расчету цепной передачи.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T_1, Н·м	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
n, мин$^{-1}$	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
u	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6

Задача 5. Расчет оси

Рассчитать ось ходового катка козлового крана (рисунок 9.5) при суммарной силе тяжести крана и груза, приходящейся на один каток Q. Материал вращающейся оси принимаем сталь 15 нормализованную (величины допускаемых напряжений $[\sigma_И]=150МПа$, $\sigma_{-1}=170МПа$, $\sigma_В=380МПа$.).

Эффективные коэффициенты концентрации напряжений, зависящие от формы деталей $K_{оф}$ и от состояния поверхности детали $K_{оп}$ принять равными $K_{оф}$ = *1,7* и $K_{оп}$ = 1,05.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Q, кН	800	810	820	830	840	850	860	870	880	900
l, мм	180	200	210	220	230	240	250	260	280	290

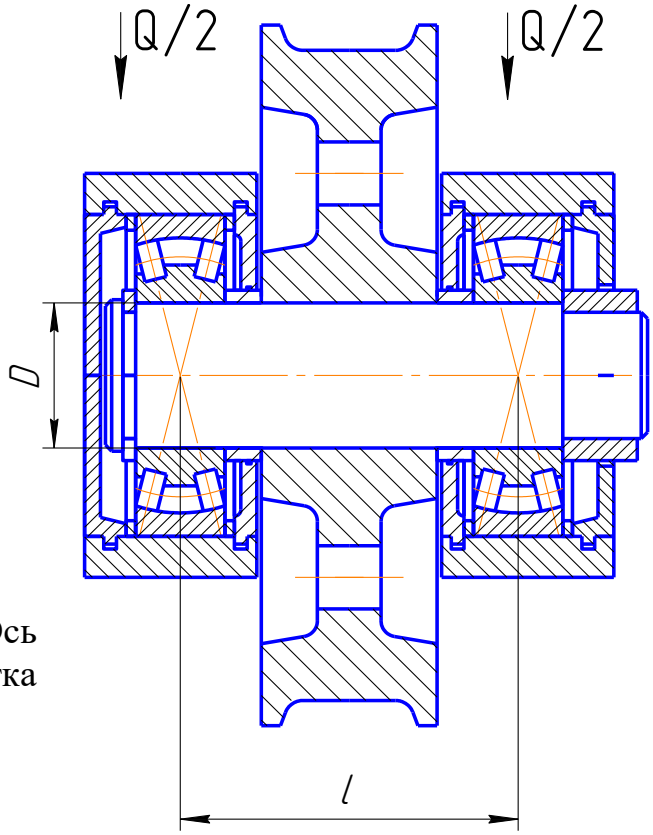


Рисунок 9.5 – Ось ходового катка козлового крана.

Задание 10

Задача 1. Расчет сварного соединения.

Рассчитать сварное соединение двутавровой балки, работающее на изгиб от силы *F*, приложенной на расстоянии *L* от заделки. Сварка ручная электродом Э42А. Швы угловые. Материал соединяемых элементов – сталь Ст3. Нагрузка статическая. Данные для расчета приведены в таблице.

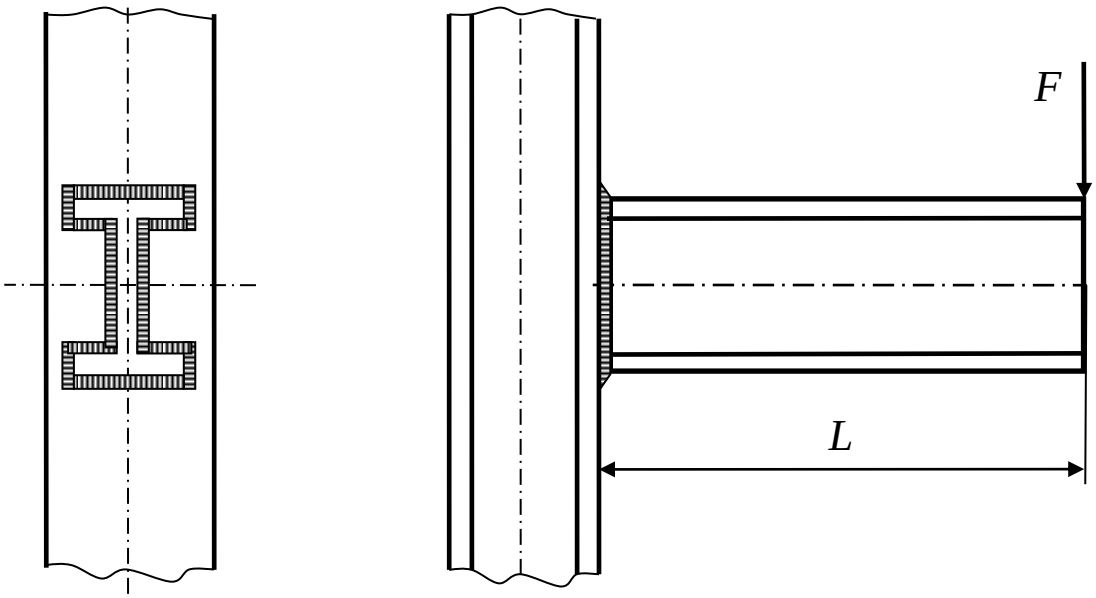


Рисунок 10.1 – Схема к расчету сварного таврового соединения.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, кН	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
L, м	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4

Задача 2. Расчет болтов фланцевого соединения.

Рассчитать болты фланцевого соединения водопроводных труб. Давление воды внутри труб по манометру *p*, диаметр труб *D* и диаметр окружности центров болтов D_1 приведены в таблице.

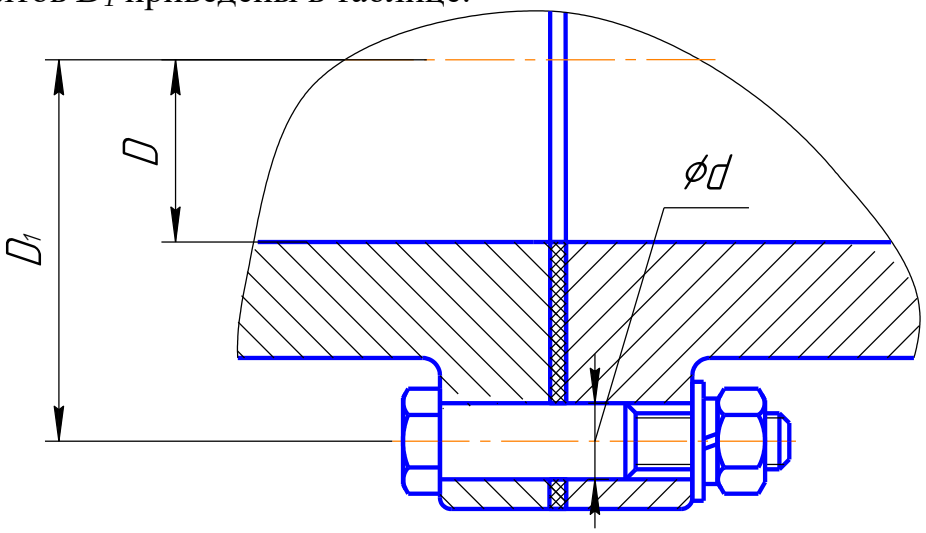


Рисунок 10.2 – Схема к расчету болтов фланцевого соединения.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
p, МПа	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
D, мм	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
D_1, мм	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350

Задача 3. Расчет прямозубой цилиндрической шестерни.

Определить длину зуба некорригированной прямозубой цилиндрической шестерни (рисунок 5.3) расчетом на изгиб. При расчетах принять допускаемые напряжения изгиба $[\sigma_F] = 250 МПа$, коэффициенты динамической нагрузки и неравномерности нагрузки $K_{Fv} = 1{,}2$ и $K_{F\beta} = 1{,}1$.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P, кВт	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
n, мин$^{-1}$	800	820	840	860	880	900	920	940	960	980
d_1, мм	120	122	124	126	128	130	132	134	136	138
z	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27

Задача 4. Расчет цепной передачи с двухрядной роликовой цепью.

Выполнить проектный расчет цепной передачи с двухрядной роликовой цепью (определить шаг цепи и диаметры делительных окружностей звездочек) (рисунок 10.4). При расчетах принять коэффициент эксплуатации равным $K_э$ = 1,98. Величины вращающего момента на валу ведущей звездочки T_1, частоты вращения ведущей звездочки n_1 и передаточного числа u указаны в таблице.

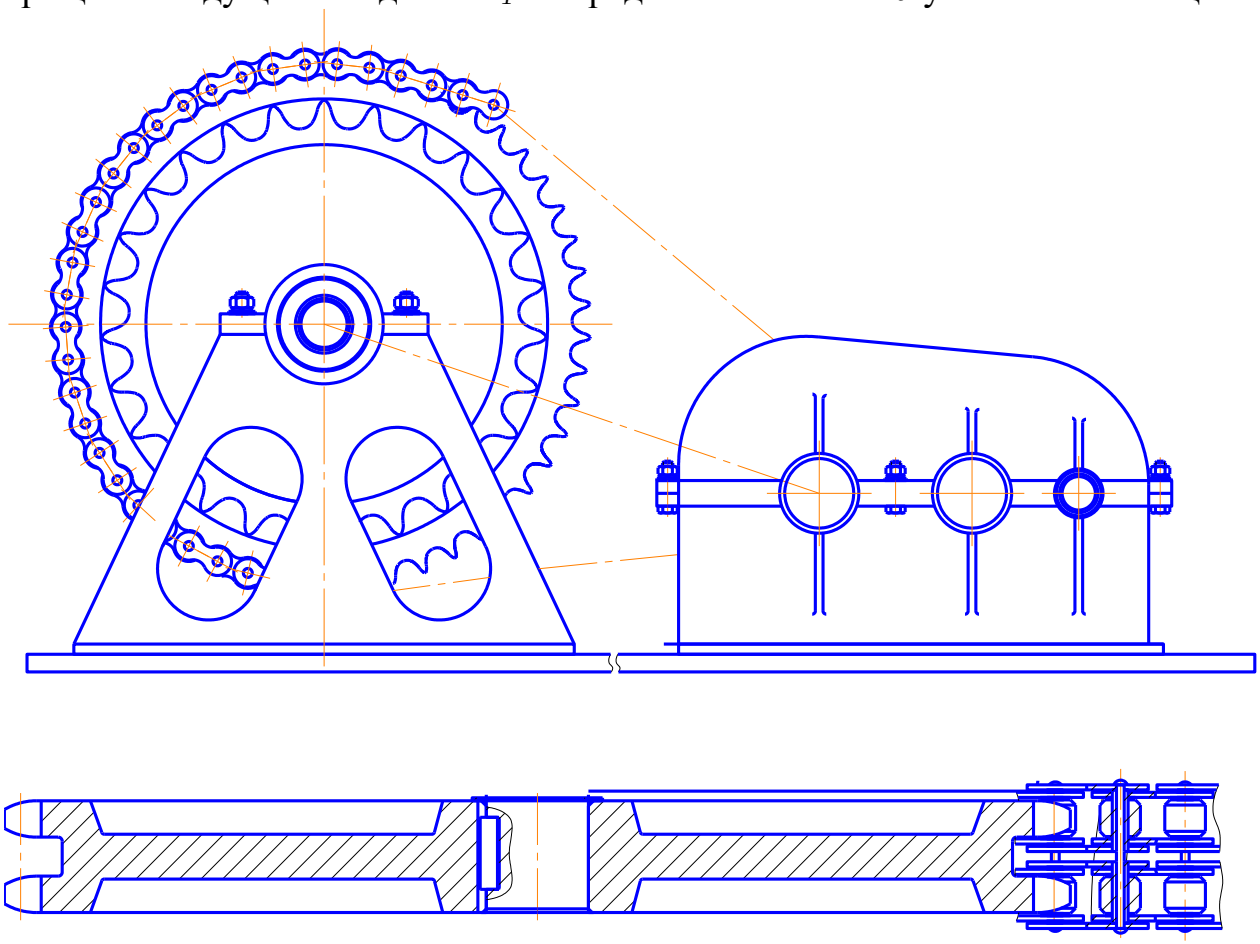


Рисунок 10.4 – Цепная передача с двухрядной роликовой цепью.

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T_1, Н·м	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
n, мин$^{-1}$	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
u	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6

Задача 5. Расчет вала на жесткость

Рассчитать первичный вал редуктора с косозубой шестерней (рисунок 1.5), принимая материал вала сталь 45, термообработка – закалка, пределы выносливости при кручении и изгибе $\tau_{-1} = 245 МПа$ и $\sigma_{-1} = 405 МПа$, предел прочности $\sigma_B = 900 МПа$, пониженное допустимое напряжение на изгиб $[\sigma_И] = 90 МПа$,

Исходные данные для расчетов по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P, кВт	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8
n, мин$^{-1}$	740	800	820	850	870	900	950	970	990	1010
d_1, мм	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
a, мм	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
b, мм	120	115	110	125	130	135	140	115	120	125
c, мм	100	102	104	106	108	110	100	102	104	106
z	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29

Оглавление

Раздел 1. Методические указания по изучению дисциплины……...3
1.1. Цели и задачи дисциплины……...3
1.2. Библиографический список……..4
1.3. Объем в часах и виды учебной работы……....5
Раздел 2. Содержание учебных модулей дисциплины и методические указания по их изучению …….6
2.1. Наименование модуля 1. Основные направления развития конструкций механизмов и машин. Основные понятия и определения……..6
2.2. Наименование модуля 2. Неразъемные соединения……8
2.3. Наименование модуля 3. Разъемные соединения……...10
2.4. Наименование модуля 4. Механические передачи……12
2.5. Наименование модуля 5. Червячные передачи и передачи «Винт - гайка»…….…..15
2.6. Наименование модуля 6. Передачи с гибкой связью…….17
2.7. Наименование модуля 7. Оси, валы и их опоры……19
2.8. Наименование модуля 8. Упругие элементы и муфты……...22
Раздел 3. Задания для контрольной работы и методические указания по ее выполнению…….23
3.1. Методические указания по выполнению контрольной работы……...23
3.2. Задания для контрольной работы…….…25