

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ХИМИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ

Автор программы:
Чистякова Е.Ю.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании Методического совета
фармацевтического техникума
Протокол № 1 от 26.10.2022 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор фармацевтического техникума
Д.С. Дисицкий



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
В Т.Ч. ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

ОПЦ.03 ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

по специальности 27.02.07 Управление качеством продукции, процессов и услуг (по
отраслям)

квалификация: техник

срок обучения СПО по ППСЗ на базе среднего общего образования в очной форме
обучения: 1 год 10 месяцев

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	3
1.1. Место учебной дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы	3
1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины.....	3
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ... 	5
2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной деятельности.....	5
2.2. Содержание и тематическое планирование учебной дисциплины...	5
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению	9
3.2. Информационное обеспечение обучения	9
3.3. Использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий	10
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ	11
6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	16
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ.....	18

1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место учебной дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Рабочая программа учебной дисциплины «Техническая механика» является частью образовательной программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по профессии среднего профессионального образования 27.02.07 Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям) (Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 14.04.2022 № 234 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 27.02.07 Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям)»).

Рабочая программа относится к общепрофессиональному циклу (ОПЦ).

1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

В рамках программы учебной дисциплины «Техническая механика» обучающимися осваиваются умения и знания:

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК 01. ПК 1.1 ПК 1.2 ПК 1.4	У.1. Распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; У.2. Производить расчеты механических передач и простейших сборочных единиц; У.3. Читать кинематические схемы; У.4. Определять напряжения в конструкционных элементах правильно выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; У.5. Определять критерии и показатели и технического состояния в зависимости от вида оборудования, оснастки, инструмента, средств измерения; У.6. Выбирать методы и	3.1. Виды механизмов, их кинематические и динамические характеристики; 3.2. Методику расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформации; 3.3. Основы расчетов механических передач и простейших сборочных единиц общего назначения; 3.4. Основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; 3.5. Методы работы в профессиональной и смежных сферах; 3.6. Требования к техническому состоянию оснастки, инструмента, средств измерений и сроков

Код ПК, ОК	Умения	Знания
	<p>способы определения значений технического состояния оборудования, оснастки, инструмента, средств измерений; У.7. Определять критерии и показатели соответствия готовой продукции, условий ее хранения и транспортировки на основании нормативной и технологической документации</p>	<p>проведения их поверки; 3.7. Методы и средства технического контроля соответствия готовой продукции, условий ее хранения и транспортировки</p>

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной деятельности

Индекс	Наименование циклов, разделов, дисциплин, профессиональных модулей, МДК, практик	Формы промежуточной аттестации			Учебная нагрузка обучающихся, ч.							Распределение по курсам и семестрам							
		Экзамены	Диффер. зачеты	Курсовые работы	Объём ОП	Самост.(с.р.+и.п.)	Консультации	С преподавателем				Промежут. аттестация	Курс 1						
								Всего	в том числе				Семестр 1						
									Лекции, уроки	Пр. и лаб. занятия	Курс. проектир.		13 (2) нед						
													Объём ОП	Самост.	Консульт.	С препод.	в том числе		Промежут. аттестация
Лекции, уроки	Пр. и лаб. занятия																		
ОПЦ.03	Техническая механика	1			116	4	2	104	26	78		6	116	4	2	104	26	78	6

2.2. Содержание и тематическое планирование учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем, акад. ч / в том числе в форме практической подготовки, акад ч	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
Раздел 1. Теоретическая механика		14/36	
Тема 1.1. Основные понятия и аксиомы статики	Содержание учебного материала	2	ОК 01, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.4, У.1-7, 3.1-7
	Материальная точка, абсолютно твёрдое тело. Сила, система сил. Эквивалентные системы сил. Равнодействующая и уравновешивающая силы. Аксиомы статики. Связи и реакции связей. Определение направления реакций идеальных связей.	2	
Тема 1.2. Плоская система сходящихся сил	Содержание учебного материала	6	ОК 01, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.4, У.1-7, 3.1-7
	Условие равновесия плоской системы сходящихся сил в геометрической (векторной) форме. Проекция силы на ось, правило знаков. Проекция силы на две перпендикулярные (координатные) оси. Уравнения равновесия; рациональный выбор координатных осей.	2	

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем, акад. ч / в том числе в форме практической подготовки, акад. ч	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
	В том числе практических и лабораторных занятий	4	
	<i>Практическое занятие 1.</i> Определение равнодействующей плоской системы сходящихся сил.	4	
Тема 1.3. Параллельные силы в плоскости. Пара сил. Момент силы относительно точки	Содержание учебного материала	6	ОК 01, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.4, У.1-7, 3.1-7
	Параллельные силы в плоскости. Центр параллельных сил. Центр тяжести плоских сечений (фигур). Пара сил и её характеристики. Момент пары. Эквивалентные пары. Сложение пар. Условие равновесия системы пар. Момент силы относительно точки. Условие равновесия рычага.	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4	
	<i>Практическое занятие № 2.</i> Определение моментов сил.	4	
Тема 1.4. Плоская система произвольно расположенных сил	Содержание учебного материала	6	ОК 01, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.4, У.1-7, 3.1-7
	Приведение силы к данной точке. Приведение плоской системы сил к данному центру. Главный вектор и главный момент системы сил. Равновесие плоской системы произвольно расположенных сил. Три вида уравнений равновесия. Условие равновесия системы параллельных сил. Балочные системы. Классификация нагрузок и виды опор. Определение реакций опор и моментов защемления.	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4	
	<i>Практическое занятие № 3.</i> Определение опорных реакций балок.	4	
Тема 1.5. Центр тяжести тела. Устойчивость равновесия	Содержание учебного материала	8	ОК 01, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.4, У.1-7, 3.1-7
	Сила тяжести как равнодействующая вертикальных сил. Центр тяжести тела. Положение центра тяжести тела, имеющего плоскость или ось симметрии. Центры тяжести простых геометрических тел, фигур и линий (без вывода). Определение центра тяжести плоских составных фигур.	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	6	
	<i>Практическое занятие №4.</i> Определение центра тяжести плоских составных фигур	6	
Тема 1.6. Кинематика точки и твердого тела	Содержание учебного материала	14	ОК 01, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.4, У.1-7, 3.1-7
	Движение точки (тела) в пространстве. Система координат. Начало отсчёта. Относительность движения. Основные понятия кинематики: траектория, путь, время, скорость и ускорение. Поступательное движение твёрдого тела. Вращательное движение твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Угол поворота, угловая скорость, угловое ускорение, частота вращения. Частные случаи вращательного движения. Линейная (окружная) скорость и ускорение точек вращающегося вращающегося тела.	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	12	
	<i>Практическое занятие №5.</i> Определение скорости и ускорения точки.	6	
	<i>Практическое занятие №6.</i> Определение параметров движения вращающегося тела	6	

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем, акад. ч / в том числе в форме практической подготовки, акад. ч	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
Тема 1.7. Работа и мощность. Трение	Содержание учебного материала	8	ОК 01, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.4, У.1-7, 3.1-7
	Работа постоянной силы при прямолинейном движении. Работа равнодействующей силы. Работа силы тяжести. Работа при вращательном движении. Сила трения.	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	6	
	Практическое занятие №7. Определение работы и мощности при прямолинейном и вращательном движении.	6	
Раздел 2. Сопротивление материалов		4/22	
Тема 2.1. Основные положения	Содержание учебного материала	2	ОК 01, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.4, У.1-7, 3.1-7
	Основные задачи сопротивления материалов. Понятие о видах элементов конструкций.	2	
Тема 2.2. Растяжение и сжатие	Содержание учебного материала	24	ОК 01, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.4, У.1-7, 3.1-7
	Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях при растяжении и сжатии. Эпюры продольных сил. Нормальные напряжения в поперечных сечениях. Эпюры нормальных напряжений. Продольные и поперечные деформации при растяжении и сжатии. Закон Гука. Испытание материалов на растяжение и сжатие при статическом нагружении. Механические характеристики материалов. Напряжения предельные, допускаемые, расчётные. Коэффициент запаса прочности. Условие прочности. Расчёты на прочность – проектные и проверочные.	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	22	
	Практическое занятие № 8. Построение эпюров продольных сил	6	
	Практическое занятие № 9. Построение эпюров нормальных напряжений	6	
	Практическое занятие № 10. Расчеты на прочность при растяжении-сжатии	6	
	Лабораторное занятие №1 Испытание материалов на растяжение и сжатие при статическом нагружении.	4	
Раздел 3. Детали машин		8/20	
Тема 3.1. Механические передачи и вариаторы	Содержание учебного материала	8	ОК 01, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.4, У.1-7, 3.1-7
	Основные характеристики фрикционной передачи. Оценка фрикционных передач. Вариаторы. Применение фрикционных передач в конструкциях изделий. Классификация зубчатых передач. Геометрия и кинематика зубчатых колес. Понятие о зубчатых колесах со смещением. Материалы. КПД зубчатых передач. Причины выхода из строя и критерии работоспособности передачи. Силы в зацеплении зубчатых колес. Червячные передачи. Ременные и цепные передачи.	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	6	
	Практическое занятие № 11. Расчет параметров прямозубой передачи одноступенчатого редуктора	6	

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем, акад. ч / в том числе в форме практической подготовки, акад. ч	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
Тема 3.2. Передача винт-гайка	Содержание учебного материала	10	ОК 01, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.4, У.1-7, 3.1-7
	Назначение передачи винт-гайка. Достоинства и недостатки передачи. Конструктивные особенности винта и гайки. Критерии работоспособности и расчет передачи.	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	8	
	<i>Практическое занятие № 12.</i> Расчет параметров передачи винт-гайка	8	
Тема 3.3. Подшипники скольжения и качения	Содержание учебного материала	2	ОК 01, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.4, У.1-7, 3.1-7
	Классификация подшипников скольжения. Достоинства и недостатки подшипников скольжения. Виды разрушений и критерии работоспособности подшипников скольжения. Классификация подшипников качения. Достоинства и недостатки. Шариковые и роликовые подшипники.	2	
Тема 3.4. Разъемные и неразъемные соединения	Содержание учебного материала	8	ОК 01, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.4, У.1-7, 3.1-7
	Резьбовые соединения. Крепежные резьбовые соединения и их детали. Шпоночные и шлицевые соединения, их параметры и область применения. Неразъемные соединения. Сварные, паяные, заклепочные, клеевые и формовочные соединения.	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	6	
	<i>Практическое занятие № 13.</i> Расчет на прочность резьбового соединения.	6	
Консультации (перед экзаменом)		2	ОК 01, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.4, У.1-7, 3.1-7
Самостоятельная работа (подготовка перед экзаменом)		4	
Промежуточная аттестация (экзамен)		6	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Для реализации программы учебной дисциплины должны быть предусмотрены следующие помещения:

1. Специальные помещения, представляющие собой учебные аудитории, лаборатории, мастерские, оснащенные оборудованием, техническими средствами обучения для проведения занятий всех видов, предусмотренных образовательной программой, в том числе групповых и индивидуальных консультаций, а также для проведения текущего контроля, промежуточной и государственной итоговой аттестации, помещения для организации самостоятельной и воспитательной работы: проектор, персональные компьютеры с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду лицензиата, учебная мебель для педагогического работника и обучающихся (столы и стулья), экран для проектора, маркерная доска, образцы элементов и приборов, наглядные пособия – детали и элементы конструкций.

2. Помещения для организации самостоятельной и воспитательной работы должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации (при наличии): проектор, персональные компьютеры с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду лицензиата, учебная мебель для педагогического работника и обучающихся (столы и стулья), экран для проектора, маркерная доска.

Для обеспечения реализации дисциплины используются стандартные комплекты программного обеспечения (ПО), включающие регулярно обновляемое свободно распространяемое и лицензионное ПО, в т.ч. MS Office.

Оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья: портативный ручной видеоувеличитель – 2 шт, радиокласс (заушный индуктор и индукционная петля) – 1 шт.

Выход в сеть «Интернет» в наличии (с возможностью доступа в электронную информационно-образовательную среду), скорость подключения 100 мбит/сек.

3.2. Информационное обеспечение обучения

Основные источники:

Гребенкин, В. З. Техническая механика : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. З. Гребенкин, Р. П.

Заднепровский, В. А. Летагин ; под редакцией В. З. Гребенкина, Р. П. Заднепровского. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 390 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-10337-3. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/517738> (дата обращения: 01.12.2022)

Дополнительные источники:

Журавлев, Е. А. Техническая механика: теоретическая механика : учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. А. Журавлев. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 140 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-10338-0. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/517733> (дата обращения: 01.12.2022)

3.3. Использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий

Рабочая программа дисциплины предусматривает в целях реализации компетентностного подхода использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций – кейсов, психологических и иных тренингов, групповых дискуссий – круглых столов) в сочетании с внеаудиторной работой для формирования и развития общих и профессиональных компетенций обучающихся.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Результаты обучения</i>	<i>Критерии оценки</i>	<i>Методы оценки</i>
<p><u>Знает</u> Основы технической механики; Виды механизмов, их кинематические и динамические характеристики; Методику расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформации; Основы расчетов механических передач и простейших сборочных единиц общего назначения.</p>	<p>Демонстрирует знания в основах технической механики; Демонстрирует знания в видах механизмов, их кинематических и динамических характеристиках; Демонстрирует знания методики расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах</p>	<p>Решение ситуационных задач. Обсуждение практических ситуаций. Решение кейса. Деловая игра</p>

<i>Результаты обучения</i>	<i>Критерии оценки</i>	<i>Методы оценки</i>
	деформации; Демонстрирует знания в основах расчетов механических передач и простейших сборочных единиц общего назначения.	
<u>Умеет</u> Производить расчеты механических передач и простейших сборочных единиц; Читать кинематические схемы; Определять напряжения в конструктивных элементах.	Демонстрирует умение в произведении расчетов механических передач и простейших сборочных единиц; Демонстрирует умение в чтении кинематических схем; Демонстрирует умение в определении напряжения в конструктивных элементах.	Устный опрос. Тестирование. Подготовка доклада и презентации по заданной теме

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

Определение реакций связей плоской системы сходящихся сил

Цели: формирование умения определять направление и значение реакций связей

Краткие теоретические и справочно-информационные материалы по теме:

Плоской системой сходящихся сил называется система сил, линии действия которых лежат в одной плоскости и пересекаются в одной точке (рис.1).

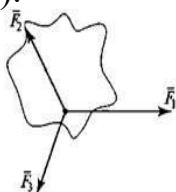


Рис. 1

Чтобы выяснить, будет ли данное тело находиться в равновесии под действием плоской системы сходящихся сил, необходимо найти ее равнодействующую силу.

Если равнодействующая равна нулю, система находится в равновесии, если не равна нулю — не находится в равновесии. Существует два способа определения равнодействующей силы плоской системы сходящихся сил: геометрический и аналитический.

Геометрический способ определения равнодействующей — построение силового многоугольника: в произвольно выбранную точку переносится объект равновесия, в эту точку помещается начало первого вектора, перенесенного параллельно самому себе; к концу первого вектора переносится начало второго вектора, к концу второго — начало третьего и т.д.

Если построенный силовой многоугольник окажется незамкнутым, значит, данная система сил не находится в равновесии. В этом случае вектор равнодействующей силы соединит начало первого вектора с концом последнего (рис 2).

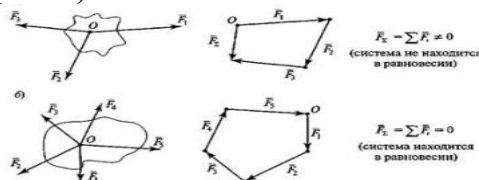


Рис. 2а и 2б

Геометрическое условие равновесия плоской системы сходящихся сил заключается в замкнутости силового многоугольника, т.е. при построении силового многоугольника конец последнего вектора совпадает с началом первого (рис.2 б).

Аналитический способ определения равнодействующей: все силы проектируются на две взаимно перпендикулярные оси координат, а затем находится алгебраическая сумма проекций всех сил на ось x и ось y. Если алгебраическая сумма проекций всех сил равна нулю, данная система сил находится в равновесии. Аналитическое условие равновесия плоской системы сходящихся сил (рис.4):

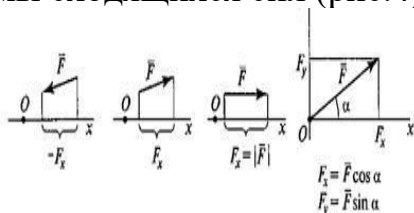


Рис. 3

Осью координат называется произвольно выбранный направленный отрезок прямой (рис. 3).

Проекция силы на ось координат — отрезок оси, отсекаемый перпендикулярами, опущенными из начала и конца вектора (рис. 4).

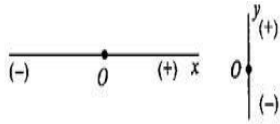


Рис. 4

Число неизвестных в данных задачах не превышает двух.

2. Рассматриваем точку, находящуюся в равновесии.

3. Определяем наличие активных сил.

4. Освобождаемся от связей и заменяем их реакциями.

5. Выбираем оси координат и располагаем в этих осях имеющиеся активные и реактивные силы.

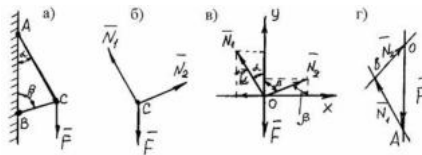
6. Решаем уравнения равновесия относительно неизвестных.

7. Выполняем проверку.

Примеры расчета:

Задача №1.

Стержни AC и BC (рис. 1,а) соединены между собой шарниром C , а с вертикальной стеной — посредством шарниров A и B . В шарнире C приложена сила $F = 1260$ Н. Требуется определить реакции N_1 и N_2 стержней действующие на шарнир C , если $\alpha = 30^\circ$ и $\beta = 60^\circ$.



Решение:

Рассматриваем равновесие точки C , которая считается несвободной, так как на нее наложены связи в виде стержней AC и BC .

Освобождаем точку C от связей и заменяем их силами реакций связей, считая, что стержень AC растягивается, а стержень BC сжимается под действием силы F .

Обозначим реакцию стержня AC через N_1 , а реакцию стержня BC через N_2 .

В итоге точка C становится свободной, находясь под действием плоской системы трех сходящихся сил: активной силы F и сил реакций N_1 и N_2 (рис. 1, б).

Приняв точку O за начало координат, перенесем силы F , N_1 и N_2 параллельно самим себе в эту точку (рис. 1, в) и составляем уравнения проекций сил на оси координат:

$$\begin{aligned} \sum X &= 0 \text{ или } -N_1 \times \sin 30^\circ + N_2 \times \sin 60^\circ, \\ \sum Y &= 0 \text{ или } N_1 \times \sin 30^\circ + N_2 \times \sin 60^\circ - F, \\ N_1 \frac{1}{2} + N_2 \frac{\sqrt{3}}{2} &= 0, \end{aligned} \tag{1}$$

$$N_1 \frac{\sqrt{3}}{2} + N_2 \frac{1}{2} = F, \tag{2}$$

Умножим уравнение (1) на $\sqrt{3}$, получим:

$$-N_1 \frac{\sqrt{3}}{2} + N_2 \frac{3}{2} = 0, \tag{3}$$

$$N_1 \frac{\sqrt{3}}{2} + N_2 \frac{1}{2} = F, \quad (4)$$

После сложения уравнений (3) и (4) получим:

$$\frac{3}{2}N_2 + \frac{1}{2}N_2 = F,$$

$$\text{откуда } 2N_2 = F \text{ или } N_2 = \frac{F}{2} = \frac{1260}{2} = 630 \text{ Н.}$$

Из уравнения (1) получаем, что $N_1 = 630 \times \sqrt{3}$ или $N_1 = 630 \times 1,73 = 1089,9 \text{ Н}$

Графический метод.

Для решения задачи этим методом выбираем масштаб силы F (например, $10 \text{ Н} = 1 \text{ мм}$) и строим замкнутый треугольник сил (рис. 1, г). Из произвольной точки O проводим прямую, параллельную вектору F , и откладываем на этой прямой в выбранном масштабе вектор F . Из конца вектора F (точка A) проводим прямую, параллельную вектору N_1 , а из точки O — прямую, параллельную вектору N_2 . Пересечение этих прямых дает точку B . Получили замкнутый треугольник сил OAB , стороны которого в выбранном масштабе изображают силы, сходящиеся в точке C . Величины сил N_1 и N_2 определим после измерения сторон AB и BO треугольника OAB .

Ответ: $N_1 = 1089,9 \text{ Н}$; $N_2 = 630 \text{ Н}$

Задание: решить задачу

1. Определите реакции стержня AB и BC шарнирно закрепленных между собой и со стеной, нагруженных силой F , массой стержня пренебречь.

2. Из таблицы, для своего варианта, определите номер схемы и перечертите её, выписав значение силы F .

3. Покажите на чертеже силы реакции

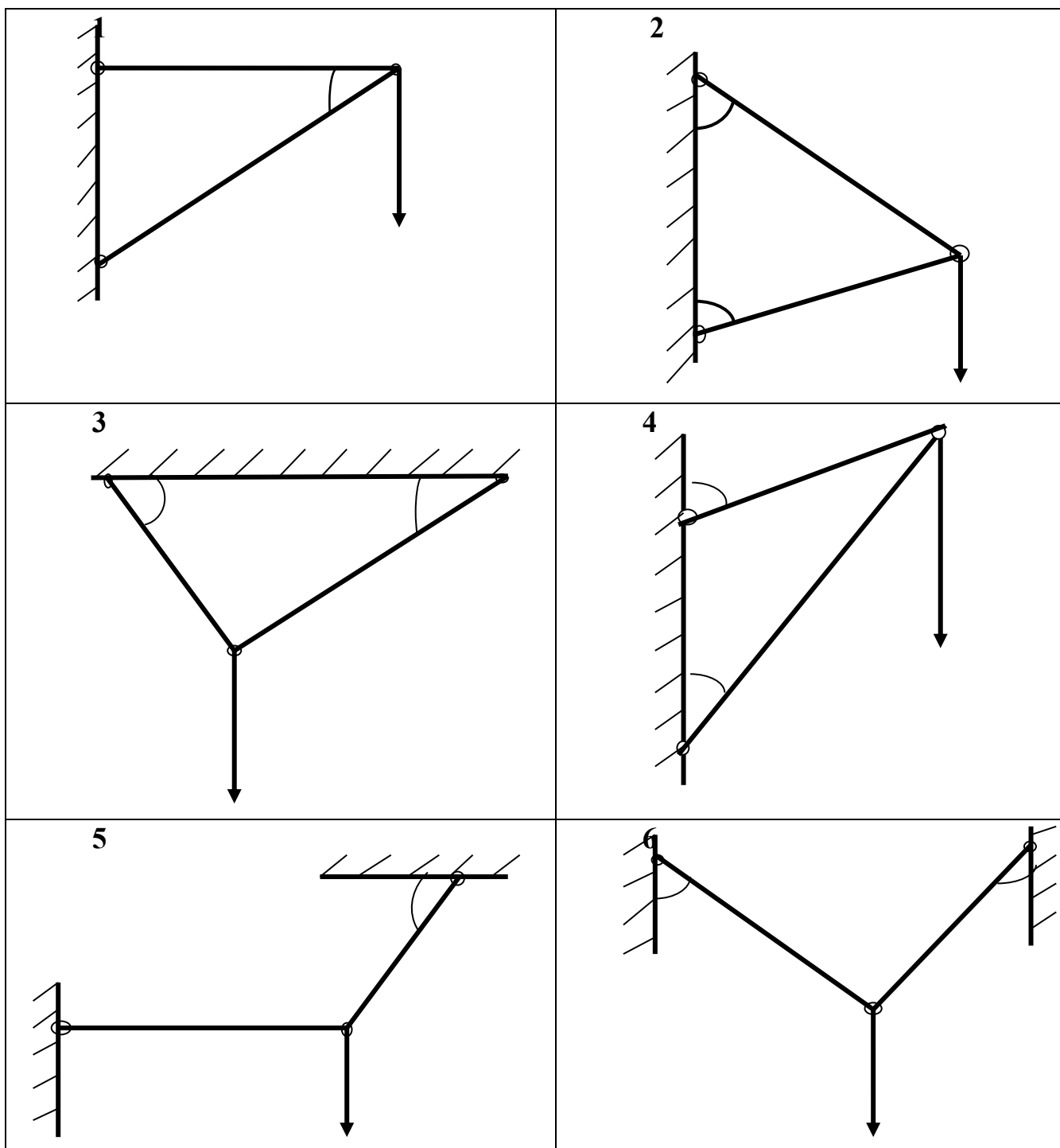
4. Выделите на чертеже точку B , равновесие которой нужно рассмотреть. Освободите эту точку от связей, заменив их действие реакциями связей.

5. Постройте замкнутый силовой треугольник, построение начните с известной силы.

6. Решаем уравнения равновесия относительно неизвестных.

Таблица вариантов к заданию

<i>№ схемы на рисунке</i>						
1	2	3	4	5	6	F
<i>Варианты</i>						кН
1	2	3	4	5	6	
4	30 и	3	45 и	55	5	60
5	35	5 и 40	50		5 и 60	



Обеспечение занятий: раздаточный материал, микрокалькулятор.

Содержание отчета: решение заданий оформляется в тетрадях для практических работ.

1. Наименование занятия.
2. Цели работы.
3. Выполнение расчетов.
4. Ответы на контрольные вопросы.
5. Вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение связи?
2. Поясните, что называется силой реакции связи?
3. Дайте определение свободного и несвободного тела?
4. Что называется материальной точкой?
5. Как определить знак проекции силы на ось?

Критерии оценки

Оценка «отлично» выставляется, если обучающийся безошибочно выполнил практическое задание. Продемонстрировал самостоятельность в решении, ответил на контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если обучающийся допустил незначительные неточности при решении практического задания и полностью ответил на контрольные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся выполнил практическое задание не в полном объеме (не менее 70% правильно выполненных заданий от общего объема работы) и допустил неточности при ответе на контрольные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если обучающийся выполнил теоретическое и практическое задание не в полном объеме (менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы)

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Перечень вопросов к промежуточной аттестации:

Материальная точка, абсолютно твёрдое тело. Сила, система сил. Эквивалентные системы сил. Равнодействующая и уравновешивающая силы. Аксиомы статики. Связи и реакции связей. Определение направления реакций идеальных связей.

Условие равновесия плоской системы сходящихся сил в геометрической (векторной) форме. Проекция силы на ось, правило знаков. Проекция силы на две перпендикулярные (координатные) оси. Уравнения равновесия; рациональный выбор координатных осей.

Параллельные силы в плоскости. Центр параллельных сил. Центр тяжести плоских сечений (фигур). Пара сил и её характеристики. Момент пары. Эквивалентные пары. Сложение пар. Условие равновесия системы пар. Момент силы относительно точки. Условие равновесия рычага.

Приведение силы к данной точке. Приведение плоской системы сил к данному центру. Главный вектор и главный момент системы сил. Равновесие плоской системы произвольно расположенных сил. Три вида уравнений равновесия. Условие равновесия системы параллельных сил. Балочные системы. Классификация нагрузок и виды опор. Определение реакций опор и моментов защемления.

Определение опорных реакций балок.

Сила тяжести как равнодействующая вертикальных сил. Центр тяжести тела. Положение центра тяжести тела, имеющего плоскость или ось симметрии. Центры тяжести простых геометрических тел, фигур и линий (без вывода). Определение центра тяжести плоских составных фигур.

Определение центра тяжести плоских составных фигур.

Движение точки (тела) в пространстве. Система координат. Начало отсчёта. Относительность движения. Основные понятия кинематики: траектория, путь, время, скорость и ускорение. Поступательное движение твёрдого тела. Вращательное движение твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Угол поворота, угловая скорость, угловое ускорение, частота вращения. Частные случаи вращательного движения. Линейная (окружная) скорость и ускорение точек вращающегося вращающегося тела.

Работа постоянной силы при прямолинейном движении. Работа равнодействующей силы. Работа силы тяжести. Работа при вращательном движении. Сила трения.

Определение работы и мощности при прямолинейном и вращательном движении.

Основные задачи сопротивления материалов. Понятие о видах элементов конструкций. Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях при растяжении и сжатии. Эпюры продольных сил. Нормальные напряжения в поперечных сечениях. Эпюры нормальных напряжений. Продольные и поперечные деформации при растяжении и сжатии. Закон Гука. Испытание материалов на растяжение и сжатие при статическом нагружении. Механические характеристики материалов. Напряжения предельные, допускаемые, расчётные. Коэффициент запаса прочности. Условие прочности. Расчёты на прочность – проектные и проверочные.

Детали машин. Основные характеристики фрикционной передачи. Оценка фрикционных передач. Вариаторы Применение фрикционных передач в конструкциях изделий Классификация зубчатых передач. Геометрия и кинематика зубчатых колес. Понятие о зубчатых колесах со смещением. Материалы. КПД зубчатых передач. Причины выхода из строя и критерии работоспособности передачи. Силы в зацеплении зубчатых колес. Червячные передачи. Ременные и цепные передачи.

Назначение передачи винт-гайка. Достоинства и недостатки передачи. Конструктивные особенности винта и гайки. Критерии работоспособности и расчет передачи.

Классификация подшипников скольжения. Достоинства и недостатки подшипников скольжения. Виды разрушений и критерии работоспособности подшипников скольжения. Классификация подшипников качения. Достоинства и недостатки. Шариковые и роликовые подшипники.

Резьбовые соединения. Крепежные резьбовые соединения и их детали. Шпоночные и шлицевые соединения, их параметры и область применения. Неразъемные соединения. Сварные, паяные, заклепочные, клеевые и формовочные соединения.

Критерии оценки:

«отлично»: обучающийся имеет всесторонние, систематические и глубокие знания по вопросам текущей темы, свободно владеет терминологией, проявляет творческие способности в процессе изложения учебного материала; анализирует факты, явления и процессы, проявляет способность делать обобщающие выводы, обнаруживает свое видение решения проблем; уверенно владеет понятийным аппаратом; активно участвует в семинаре, полностью отвечает на заданные вопросы (основные и дополнительные), стремясь к развитию дискуссии.

«хорошо»: обучающийся имеет полные знания по вопросам данной темы, умеет правильно оценивать эти вопросы, потенциально способен к овладению знаний и обновлению их в ходе дальнейшей учебы и предстоящей профессиональной деятельности; дал ответы на основные и дополнительные вопросы, но не исчерпывающего характера; владеет понятийным аппаратом.

«удовлетворительно»: обучающийся имеет знания по основным вопросам данной темы в объеме, достаточном для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, в достаточной мере владеет терминологией; проявил неглубокие знания при освещении принципиальных вопросов и проблем; неумение делать выводы обобщающего характера и давать оценку значения освещаемых рассматриваемых вопросов и т.п.; ответил только на один вопрос семинара, при этом поверхностно, или недостаточно полно осветил его и не дал ответа на дополнительный вопрос.

«неудовлетворительно»: обучающийся имеет значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допускает принципиальные ошибки при ответе на вопросы; не ответил ни на один вопрос семинара (основной и/или дополнительный); отказался участвовать в работе семинара.

Оценка тестового задания:

«отлично»: не менее 90% правильных ответов.

«хорошо»: не менее 80% правильных ответов.

«удовлетворительно»: не менее 70% правильных ответов.

«неудовлетворительно»: 69 и менее % правильных ответов.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся учебные занятия и выполняется самостоятельная работа.

По вопросам, возникающим в процессе выполнения самостоятельной работы, проводятся консультации. Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии:

Информирование: <https://spo-spcpu.ru/>

Консультирование: <https://spo-spcpu.ru/>

Контроль: <https://spo-spcpu.ru/>

Размещение учебных материалов: <https://spo-spcpu.ru/>

Построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений при растяжении и сжатии

Цели: формирование умения определять при помощи метода сечения значения продольных сил и нормальных напряжений, а так же строить их эпюры

Краткие теоретические и справочно-информационные материалы по теме

Растяжением или сжатием называют вид нагружения, при котором в поперечном сечении бруса возникает только один внутренний силовой фактор — продольная сила.

Если внешняя сила направлена от сечения, то продольная сила положительна, брус растянут; если внешняя сила направлена к сечению, то продольная сила отрицательна, брус сжат.

Эпюрой продольной силы называется график распределения продольной силы вдоль оси бруса.

Ось эпюры параллельна продольной оси бруса.

Нулевая линия проводится тонкой линией. Значения сил откладывают от оси, положительные - вверх, отрицательные - вниз.

В пределах одного участка значение силы не меняется, поэтому эпюра очерчивается отрезками прямых линий, параллельными оси Oz.

На эпюре проставляются значения Nz. Величины продольных сил откладывают в заранее выбранном масштабе.

Эпюра по контуру обводится толстой линией и заштриховывается поперек оси.

При растяжении и сжатии в сечении действует только нормальное напряжение, которое определяется по формуле:

$$\sigma = \frac{N}{A},$$

где N – продольная сила в сечении,

A - площадь поперечного сечения.

При определении напряжений брус разбивают на участки нагружений, в пределах которых продольные силы не изменяются, и учитывают места изменений площади поперечных сечений. Рассчитывают напряжения по сечениям, и расчет оформляют в виде эпюры нормальных напряжений.

Строится и оформляется такая эпюра так же, как и эпюра продольных сил.

Расчеты на прочность ведутся по условиям прочности - неравенствам, выполнение которых гарантирует прочность детали при данных условиях.

Для обеспечения прочности расчетное напряжение не должно превышать допускаемого напряжения:

$$\sigma \leq [\sigma], \quad \text{где } \sigma = \frac{N_3}{A}$$

Расчетное напряжение σ зависит от нагрузки и размеров поперечного сечения, допускаемое только от материала детали и условий работы.

Существуют три вида расчета на прочность.

1. Проектировочный расчет - задана расчетная схема и нагрузки. Необходимо подобрать размеры детали:

$$A = \frac{N_3}{[\sigma]}$$

2. Проверочный расчет - известны нагрузки, материал, размеры детали; необходимо проверить, обеспечена ли прочность. Проверяется неравенство $\sigma \leq [\sigma]$

3. Определение нагрузочной способности (максимальной нагрузки): $[N] = [\sigma]A$.

Для стального бруса круглого поперечного сечения диаметром D требуется:

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

Порядок выполнения работы

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

Пример расчета

Для стального ступенчатого бруса нагруженного осевыми внешними силами $F_1 = 25 \text{ кН}$ и $F_2 = 60 \text{ кН}$ при площадях поперечных сечений $A_1 = 500 \text{ см}^2$, $A_2 = 1000 \text{ см}^2$ определить продольные силы и напряжения.

Построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений.

Проверьте прочность бруса, если $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$

Решение

1. Два участка нагружения для продольной силы:

участок 1: $N_1 = 25 \text{ кН}$; растянут;

участок 2: $N_2 = 25 \text{ кН}$; растянут;

участок 3: $N_3 = -35 \text{ кН}$; сжат.

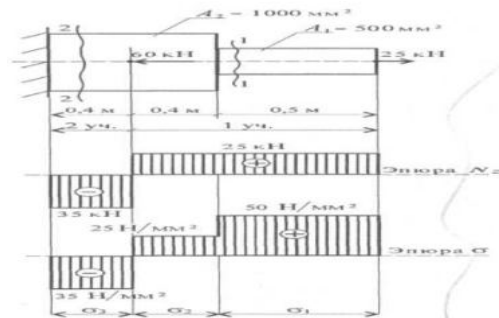
3. Три участка нагружения по напряжениям:

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

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{25 \cdot 10^3}{1000} = 25 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

$$\sigma_3 = \frac{N_3}{A_2} = \frac{-35 \cdot 10^3}{1000} = -35 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

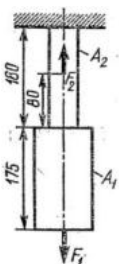
3. На опасном участке напряжение $50 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < [160 \text{ МПа}]$, значит прочность бруса обеспечена.



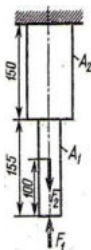
Данные для выполнения практической работы

Параметр	Вариант							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$F_1, \text{ кН}$	10	15	20	25	30	35	40	12
$F_2, \text{ кН}$	40	12	14	15	22	24	26	45
$A_1, \text{ см}^2$	2	3	4	5	6	7	8	9
$A_2, \text{ см}^2$	7	8	9	10	11	12	13	14

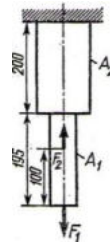
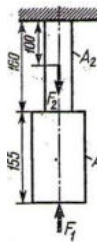
Вариант 1
Вариант 4



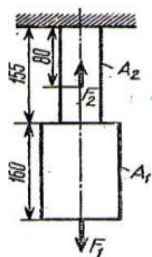
Вариант 2



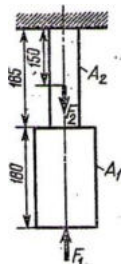
Вариант 3



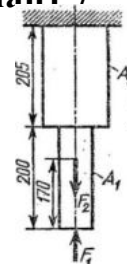
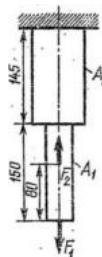
Вариант 5
Вариант 8



Вариант 6



Вариант 7



Обеспечения занятий: раздаточный материал, микрокалькулятор, тетрадь для практических занятий

Содержание отчета:

1. Наименование занятия
2. Цели работы
3. Выполнение расчетов.
4. Ответы на контрольные вопросы
5. Вывод о проделанной работе

Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте условие прочности при растяжении и сжатии. Отличаются ли условия прочности при расчете на растяжение и расчете на сжатие.
2. Какие внутренние силовые факторы возникают в сечении бруса при растяжении и сжатии?
3. Как распределены напряжения по сечению при растяжении и сжатии?
4. Запишите формулу для расчета нормальных напряжений при растяжении и сжатии.
5. Как назначаются знаки продольной силы и нормального напряжения?
6. Что показывает эпюра продольной силы?
7. Как изменится величина напряжения, если площадь поперечного сечения возрастет в 4 раза?

Критерии оценки

Оценка «отлично» выставляется, если обучающийся безошибочно выполнил практическое задание. Проявил самостоятельность в решении, ответил на контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если обучающийся допустил незначительные неточности при решении практического задания и полностью ответил на контрольные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся выполнил практическое задание не в полном объеме (не менее 70%

правильно выполненных заданий от общего объема работы) и допустил неточности при ответе на контрольные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если обучающийся выполнил теоретическое и практическое задание не в полном объеме (менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы)

Расчет передачи винт-гайка

Цели: формирование умения осуществлять расчеты резьбовых соединений.

Краткие теоретические и справочно-информационные материалы по теме

Винтовые передачи рассчитываются в соответствии с методами изученными в курсе деталей машин.

Резьба винтов и гаек может быть прямоугольной, трапецеидальной и упорной, а также подразделяемой по направлению – правой и левой.

По числу заходов резьбы могут быть одно- и многозаходные.

В качестве материала для винтов используются стали 45, 50, 65Г, 40Х, 18ХГТ.

Гайки изготавливают из бронзы, а при малых скоростях – из антифрикционного чугуна.

Основная причина выхода из строя гаек и винтов – износ, поэтому средний диаметр резьбы d_2 определяется с учетом допускаемого удельного давления.

$$d_2 = \sqrt{\frac{F}{\pi \cdot \psi_H \cdot [q] \cdot \psi_h}}$$

где F – осевая сила;

ψ_H – коэффициент высоты гайки, принимаемый от 1,2 до 2,5;

$[q]$ – допускаемое удельное давление;

ψ_h – коэффициент высоты резьбы, принимаемый:

$\psi_h = 0,5$ – для прямоугольной резьбы;

$\psi_h = 0,65$ – для трапецеидальной;

$\psi_h = 0,75$ – для упорной.

Таблица 2 Допускаемое удельное давление между витками винта и гайки

Материал	$[q]$, МПа
Сталь по чугуну	5-6
Сталь по антифрикционному чугуну	10-13
Сталь по стали	7-13
Сталь по бронзе	7-13

По среднему диаметру d_2 принимают стандартную резьбу трапецеидальную (ГОСТ 9484-81) или упорную (ГОСТ 10177-82).

Размеры прямоугольной резьбы определяются по формулам:
высота профиля

$$h = 0,1 \cdot d_2$$

наружный диаметр

$$d = d_2 + h$$

внутренний диаметр

$$d_1 = d - h$$

шаг резьбы

$$p = 2 \cdot h$$

Для многозаходной резьбы определяется по формуле:

$$p_n = p \cdot n$$

где n – число заходов.

Винт проверяется на прочность при совместном действии осевой силы F и крутящего момента T по эквивалентному напряжению по формуле:

$$\delta = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d_1^2}\right)^2 + \left(\frac{T}{0,2 \cdot d_1^3}\right)^2} \leq [\delta]$$

где $[\sigma_p] = [\sigma_{сж}]$ – допускаемое напряжение растяжения-сжатия для материала винта

(см.табл. 3.).

Таблица 3 Допускаемые напряжения в материалах

Марка стали	Допускаемые напряжения, МПа													
	при растяжении $[\sigma_p]$			при изгибе $[\sigma_{из}]$			при кручении $[\tau_{кр}]$			при срезе $[\tau_{ср}]$			при смятии $[\sigma_{см}]$	
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II
Ст2	115	80	60	140	100	80	85	65	50	70	50	40	175	120
Ст3	125	90	70	150	110	85	95	65	50	75	50	40	190	135
Ст4	140	95	75	170	120	95	105	75	60	85	65	50	210	145
Ст5	165	115	90	200	140	110	125	80	70	100	65	55	250	175
Ст6	195	140	110	230	170	135	145	105	80	115	85	65	290	210

Задание: Рассчитать основные параметры ручного домкрата, грузоподъемностью $Q=50\text{Кн}$. Длина винта $l_0 = 500\text{мм}$, его материал — сталь 45, материал гайки — серый чугун СЧ18. Резьба трапецеидальная.

Пример решения

Расчет винта

Для обеспечения самоторможения принимаем однозаходную резьбу. По условию износостойкости резьбы определяем ее средний диаметр d_2 , приняв $\psi_n = 2,5$;

$\psi_h = 0,5$. допускаемое давление в резьбе $[p_u] = 6 \text{ Мпа}$.

$$d_2 = \sqrt{\frac{Q}{\pi \cdot \psi_n \cdot \psi_h \cdot [p_u]}} = \sqrt{\frac{5 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 2,5 \cdot 0,5 \cdot 6}} = 0,046 \text{ м} = 46 \text{ мм}$$

Принимаем стандартную резьбу винта с параметрами: наружный диаметр $d = 50 \text{ мм}$, внутренний диаметр $d_1 = 41 \text{ мм}$, средний диаметр $d_2 = 46 \text{ мм}$, шаг резьбы $p = 8 \text{ мм}$.

Определяем угол ϕ , приняв коэффициент трения $f = 0,1$ (угол трения $\phi' = 6^\circ$).

$$\operatorname{tg}\psi = \frac{p}{\pi \cdot d_2} = \frac{8}{3,14 \cdot 46} = 0,0546. \quad \psi \approx 3^\circ.$$

Условие самоторможения соблюдено, так как $\varphi' > \psi$.

Проверка винта на прочность

Принимаем допускаемое напряжение на растяжение: $[\sigma_p] = 90$ МПа.

$$\delta_{\text{экв}} = \frac{4 \cdot 1,3 \cdot Q}{\pi \cdot d_1^2} = \frac{4 \cdot 1,3 \cdot 50 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 41^2} = 48,6 \text{ МПа.}$$

$$48,6 < 90$$

Прочность винта обеспечена.

Проверка винта на устойчивость

Расчетная длина винта l при высоте гайки по формулам:

$$H_r = \psi_n \cdot d_2 = 2,5 \cdot 46 = 115 \text{ мм.}$$

$$l = \frac{l_0 - H_r}{2} = \frac{500 - 115}{2} = 443 \text{ мм}$$

Тогда гибкость винта (при $\mu = 2$) по формуле:

$$i = \frac{d_1}{4} = \frac{41}{4} = 10,25 \text{ мм}$$

По таблице, известной из сопротивления материалов, в зависимости от материала и гибкости находим коэффициент продольного изгиба $\varphi = 0,6$.

Тогда, приняв по формуле:

$$[\delta_{\text{сж}}] = \frac{\delta_T}{[s]} = \frac{360}{3} = 120 \text{ МПа}$$

$$\delta_{\text{сж}} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_1^2} = \frac{4 \cdot 50 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 41^2} = 37,4 \text{ МПа}$$

$$37,4 \text{ МПа} < 0,6 \cdot 120 = 72 \text{ МПа}$$

$$37,4 \text{ МПа} < 72 \text{ МПа}$$

Устойчивость винта обеспечена.

Расчет гайки

Высота гайки определена ранее.

Определим ее наружный диаметр D , приняв $[\sigma_p] = 45$ МПа, тогда по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot Q}{(\pi \cdot [\delta_p] + d^2)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot 50 \cdot 10^3}{(3,14 \cdot 45 \cdot 10^6 + 50^2 \cdot 10^6)}} = 0,066 \text{ м} = 66 \text{ мм}$$

Принимаем $D = 70$ мм.

Данные для выполнения практической работы

Задание:

Рассчитайте основные параметры ручного домкрата грузоподъемностью Q . Длина винта l_0 , его материал – сталь 45, материал гайки – серый чугун СЧ18. Резьба трапецеидальная. Данные грузоподъемности и длины винта выбираем в таблице вариантов.

Порядок выполнения работы

I. Расчет винта

1. Для обеспечения самоторможения принимаем однозаходную резьбу.

По условию износостойкости резьбы определите её средний диаметр d_2 , приняв $\psi_H = 2,5$; $\psi_h = 0,5$; допускаемое давление в резьбе для пары сталь-чугун $[p_{и}] = 5 \dots 9$ МПа:

$$d_2 = \sqrt{\frac{Q}{(\pi \cdot \psi_H \cdot \psi_h \cdot [p_{и}])}}$$

Принимаем стандартную резьбу винта с параметрами: $d = 50$ мм, $d_1 = 41$ мм, $d_2 = 46$ мм,

шаг резьбы $p = 8$ мм.

2. Определяем угол $\psi = 2,5$ подъема резьбы на среднем диаметре и проверяем наличие самоторможения, приняв коэффициент трения $f = 0,1$. (угол трения $\varphi = 6^\circ$)

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{p}{(\pi \cdot d_2)}$$

Условие самоторможения будет выполняться если $\varphi > \psi$.

3. Проверьте винт на прочность по условию $\sigma_{пр} \leq [\sigma_p]$.

Принимаем допускаемое напряжение на растяжение $[\sigma_p] = 90$ МПа:

$$\sigma_{пр} = \frac{4 \cdot 1,3 \cdot Q}{\pi \cdot d_1^2}$$

если условие на прочность выполняется, прочность винта обеспечена.

4. Проверьте винт на устойчивость.

Расчетная длина винта ℓ равна по формуле:

$$\ell = \frac{\ell_0 - H_r}{2}$$

где ℓ - расчетная длина гайки

Высота рассчитывается по формуле:

$$H_r = \psi_H \cdot d_2$$

5. Допускаемое напряжение на сжатие определяется по формуле:

$$[\delta_{сж}] = \frac{\delta_T}{[s]}$$

если $\sigma_T = 360$ МПа. $[s] = 3$.

6. Расчетное напряжение на сжатие рассчитайте по формуле:

$$\delta_{сж} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_1^2}$$

Устойчивость винта обеспечена, если $\sigma_{сж} \leq [\sigma_{сж}]$

II. Расчет гайки

Высота гайки определена ранее. Определите ее наружный диаметр, приняв: $[\sigma_p] = 45$ МПа

$$D = 1,5 \cdot d$$

Таблица Данные грузоподъемности и длины винта

Вариант	Грузоподъемность домкрата, Q кН.	Длина винта ℓ_0 , мм
---------	-------------------------------------	---------------------------

1	50	500
2	65	458
3	100	399
4	45	600
5	38	689
6	85	300
7	67	255
8	93	755
9	79	800
10	55	400
11	50	500
12	65	458
13	100	399
14	45	600
15	38	689
16	85	300
17	67	255
18	93	755
19	79	800
20	55	400
21	100	300
22	45	260
23	30	280
24	94	680

Обеспечение занятий: раздаточный материал, микрокалькулятор, решение заданий оформляется в тетрадях для практических работ

Содержание отчета:

1. Наименование занятия
2. Цели работы
3. Выполнение расчетов.
4. Ответы на контрольные вопросы
5. Вывод о проделанной работе

Контрольные вопросы:

1. Назначение передачи винт - гайка
2. Перечислите достоинства и недостатки передачи винт-гайка.
3. Перечислите недостатки передачи винт-гайка
4. Расскажите о классификации резьбовых соединений.

Критерии оценки

Оценка «отлично» выставляется, если обучающийся безошибочно выполнил практическое задание. Продемонстрировал самостоятельность в решении, ответил на контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если обучающийся допустил незначительные неточности при решении практического задания и полно ответил на контрольные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся выполнил практическое задание не в полном объеме (не менее 70% правильно выполненных заданий от общего объема работы) и допустил неточности при ответе на контрольные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если обучающийся выполнил теоретическое и практическое задание не в полном объеме (менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы).