

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ


«РОСТОВСКИЙ-НА-ДОНУ КОЛЛЕДЖ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

<i>по дисциплине</i>	ОП.02	Механика
<i>специальности</i>	26.02.03	Судовождение

г. Ростов-на-Дону
2019 г.


УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УР


_____ А.А. Анпилов
« 28 » 06 _____ 20 19 г.

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УР

_____ А.А. Анпилов
« ____ » _____ 20 ____ г.

Рассмотрено на заседании ЦК
судоводительских дисциплин

Председатель
 С.В. Малков

Протокол № 12
от « 10 » 06 _____ 20 19 г

Рассмотрено на заседании

Председатель

Протокол № _____
от « ____ » _____ 20 ____ г

Рассмотрено на заседании

Председатель

Протокол № _____
от « ____ » _____ 20 ____ г

Составитель:

Павлова Е.В.

Преподаватель, категория высшая

Ф.И.О.

Должность

СОДЕРЖАНИЕ

1. Паспорт фонда оценочных средств

- 1.1 Логика изучения дисциплины
- 1.2 Результаты освоения учебной дисциплины
- 1.3 Виды и формы контроля освоения учебной дисциплины
- 1.4 Сводная таблица контроля и оценивания результатов освоения учебной дисциплины

2. Контрольно-оценочные средства текущего контроля

- 2.1. Устный опрос
- 2.2. Практическая работа
- 2.3. Самостоятельная (внеаудиторная) работа
- 2.4. Тестирование

3. Контрольно-оценочные средства промежуточной аттестации

- 3.1. КОС дифференцированный зачет

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств разработан на основе:

- Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (далее – ФГОС СПО) по специальности 26.02.03 «Судовождение» базовой подготовки (утв. Минобрнауки РФ 07.05.2014 г., приказ №441, рег. в Министерстве юстиции РФ 18.06.2014г., №32743);
- Рабочей программы учебной дисциплины ОП.02 Механика, разработанной преподавателем Павловой Е.В., утвержденной 28.06.2019 г.;
- Порядка организации текущего контроля знаний и промежуточной аттестации обучающихся (П.РКВТ-17) в действующей редакции;
- Методических рекомендаций по разработке фонда оценочных средств ГБПОУ РО «РКВТ».

1.1. Логика изучения дисциплины

Количество часов по программе, из них	72
теоретические занятия	17
практические занятия	29
практические работы	20
самостоятельная работа	24
Семестры изучения	3 семестр
Формы контроля по семестрам	Дифференцированный зачет

1.2. Результаты освоения учебной дисциплины

<i>Общепрофессиональные компетенции</i>	
Код	результаты
ОК1	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
ОК2	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК 3	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
ОК 4	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК5	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 6	Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
ОК 7	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.
ОК 8	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
ОК 9	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.
ОК 10	Владеть письменной и устной коммуникацией на государственном и иностранном языке.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
ПК 1.2.	Маневрировать и управлять судном.
ПК 1.3.	Обеспечивать использование и техническую эксплуатацию технических средств судовождения и судовых систем связи.
<i>Умения</i>	
У1	Анализировать условия работы деталей машин и механизмов.
У2	Оценивать их работоспособность.
У3	Выполнять проверочные расчеты по сопротивлению материалов и деталям машин.
<i>Знания</i>	
З1	Общие законы статики и динамики жидкостей и газов.
З2	Основные понятия, законы и модели механики, кинематики, классификацию механизмов, узлов и деталей, критерии работоспособности и влияющие факторы, динамику преобразования энергии в механическую работу.
З3	Анализ функциональных возможностей механизмов и области их применения.

1.3. Виды и формы контроля освоения учебной дисциплины

Код	Форма контроля	Вид контроля (Т-текущий, Р-рубежный, П-промежуточный)
У	устный опрос	Т
Пр	практическая работа	Т
Ср	самостоятельная (внеаудиторная) работа	Т
Т(к)	тестирование, в т.ч. компьютерное	Т
ДЗ	дифференцированный зачет	П

1.4. Сводная таблица контроля и оценивания результатов освоения учебной дисциплины

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания, компетенции)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
1	2
<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать условия работы деталей машин и механизмов; – оценивать их работоспособность; – выполнять проверочные расчеты по сопротивлению материалов и деталям машин. 	<p>Текущий контроль: устный опрос; тестирование; оценка выполнения практических работ № 1-12; самостоятельная работа (внеаудиторная).</p> <p>Промежуточная аттестация: дифференцированный зачет.</p>
<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> – общие законы статики и динамики жидкостей и газов; – основные понятия, законы и модели механики, кинематики, классификацию механизмов, узлов и деталей, критерии работоспособности и влияющие факторы, динамику преобразования энергии в механическую работу; – анализ функциональных возможностей механизмов и области их применения. 	<p>Текущий контроль: устный опрос; тестирование; оценка выполнения практических работ № 1-12; самостоятельная работа (внеаудиторная).</p> <p>Промежуточная аттестация: дифференцированный зачет.</p>
<p>Компетенции:</p> <p>ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.</p> <p>ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.</p> <p>ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.</p> <p>ОК 4. Осуществлять поиск и использование</p>	<p>Текущий контроль: устный опрос; тестирование; оценка выполнения практических работ № 1-12; самостоятельная работа (внеаудиторная).</p> <p>Промежуточная аттестация: дифференцированный зачет.</p>

<p>информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.</p> <p>ОК 5. Использовать информационно - коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.</p> <p>ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.</p> <p>ОК 7. Брать ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.</p> <p>ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.</p> <p>ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.</p> <p>ОК 10. Владеть письменной и устной коммуникацией на государственном и (или) иностранном (английском) языке.</p>	
<p>ПК 1.2. Маневрировать и управлять судном.</p> <p>ПК 1.3. Обеспечивать использование и техническую эксплуатацию технических средств судовождения и судовых систем связи.</p>	<p>Текущий контроль: устный опрос; тестирование; оценка выполнения практических работ № 1-12; самостоятельная работа (внеаудиторная).</p> <p>Промежуточная аттестация: дифференцированный зачет.</p>

2. Контрольно-оценочные средства текущего контроля

2.1. Устный опрос

Раздел 1. Теоретическая механика

1. Что называется абсолютно твердым телом?
2. Какие системы сил называются эквивалентными?
3. В чем состоит принцип освобожденности твердого тела от связи?
4. Чем отличаются активные силы от пассивных?
5. Что называется плоской и пространственной системой сил?
6. Чем отличаются сходящиеся силы от произвольно расположенных в пространстве?
7. Как определяется момент силы относительно точки?
8. Запишите основные уравнения равновесия произвольной пространственной системы сил?
9. Что такое главный вектор сил и чему он равен? Зависит ли главный вектор сил от выбора центра приведения?
10. Перечислите способы определения положения центра тяжести твердого тела.
11. Имеет ли материальная точка ускорение при равномерном движении по криволинейной траектории?
12. Могут ли точки тела, движущегося поступательно, иметь криволинейные траектории?
13. Что такое мгновенный центр скоростей плоской фигуры?
14. Запишите основной закон динамики.
15. Чему равна работа силы тяжести? Зависит ли она от вида траектории точки приложения силы?
16. Дайте определение коэффициента полезного действия. Для чего введено это понятие?
17. Как определить центр тяжести грузовика?

Раздел 2. Сопротивление материалов

1. Чем отличаются упругие деформации от остаточных?
2. Расскажите о методе сечений.
3. Запишите закон Гука при растяжении (сжатии).
4. Что такое относительное удлинение?
5. Какие эпюры необходимо построить, чтобы выполнить расчет на прочность при растяжении?
6. Что общего и в чем различие у диаграммы растяжения образца и материала?
7. Что такое предел упругости?
8. Приведите обозначения модуля упругости I рода и коэффициента Пуассона.
9. До какого значения напряжения справедлив закон Гука?
10. Для чего вводится понятие допускаемого напряжения?
11. Какие напряжения в поперечном сечении возникают при кручении образца?
12. Запишите закон Гука для сдвига.
13. Укажите зависимость между модулем упругости I рода и модулем G.
14. Что такое смятие? Как определяется напряжение при смятии?
15. Что такое полярный момент сопротивления?
16. Какие внутренние силовые факторы возникают в поперечном сечении бруса при изгибе?
17. Чем отличается чистый изгиб от поперечного?
18. Как определяются знаки изгибающих моментов и поперечных сил?
19. Какие напряжения возникают в поперечном сечении при изгибе?
20. Что такое устойчивость?
21. По какому напряжению ведется расчет бруса, на который действуют одновременно изгибающий и крутящий моменты?
22. Какие строительные конструкции можно при расчетах представить в виде двухопорной балки?

Раздел 3. Детали машин

1. Из каких механизмов состоит машина?
2. Что такое механизм?
3. Узлы и детали машин, какая между ними связь и различие?
4. Расскажите, какие вы знаете кинематические пары?
5. Назовите критерии работоспособности машин.
6. Как условно изображают на схемах кинематические пары муфты
7. Какие соединения деталей машин относятся к неразъемным?
8. Перечислите разъемные соединения.
9. За счет чего передается движение в фрикционных передачах?
10. Какие зубчатые передачи вы знаете?
11. Назовите преимущества и недостатки зубчатых передач?
12. Что такое модуль зубчатого колеса?
13. Чем отличается червячное колесо от цилиндрического прямозубого?
14. Цепные передачи – их достоинства и недостатки
15. Передаточное отношение и передаточное число. В чем разница?
16. Чем отличается вал от оси?
17. Какие вы знаете подшипники скольжения?
18. Что такое подпятник?
19. Какие опоры вращающихся деталей вы знаете?
20. Назначение муфт.
21. Назовите примеры нерасцепляемых и расцепляемых муфт.
22. Какие вы знаете предохранительные муфты?
23. Чем отличаются пружины от рессор? Что у этих деталей общего?
24. Что такое безлюфтовая передача? Приведите примеры.
25. Какие передачи винт-гайка вы знаете? Чем они отличаются?
26. Какие профили резьбы используют в передачах винт-гайка?
27. Назовите примеры корпусных деталей
28. Где и для чего используются кулисные механизмы?
29. Какие реечные передачи вы знаете? Область их применения.
30. Что такое кривошипно-шатунный механизм? Для какой цели он применяется?
31. Из каких материалов изготавливают корпусные детали?
32. Назовите изделия, в которых используются пружины.
33. Приведите примеры использования рессор.

Раздел 4. Общие законы статики и динамики жидкостей и газов. Основные законы термодинамики

1. Сформулируйте определение жидкости.
2. Назовите основные физические свойства жидкости.
3. Сформулируйте физический смысл вязкости?
4. Назовите физический смысл объемного модуля упругости?
5. Назовите виды вязкости жидкости?
6. Определите, как изменяется коэффициент β_t с увеличением давления?
7. Назовите, в чем измеряются основные физические свойства жидкости?
8. Назовите определение гидростатического давления?
9. Назовите свойства, которыми обладает гидростатическое давление.
10. Напишите вывод основного уравнения гидростатики.
11. Расскажите сущность закона Паскаля.
12. Сформулируйте закон Архимеда.
13. Назовите известные вам виды давлений?
14. Назовите, что является живым сечением потока, покажите на рисунке?
15. Расскажите, что является смоченным периметром сечения?
16. Охарактеризуйте напорное и безнапорное течение жидкости.
17. Напишите уравнение неразрывности потока.

18. Напишите уравнение Бернулли для реальной и идеальной жидкости. Объясните в чем их отличие?
19. Расскажите, какие есть случаи движения жидкости, и с помощью какого критерия они определяются?
20. Что такое молярная масса?
21. Что такое параметры состояния?
22. Назовите основные параметры состояния.
23. Как называется единица давления в СИ?
24. Назовите способы измерения давления газообразного вещества.
25. Что называется разрежением?
26. С какой целью в термодинамику введено понятие об идеальном газе?
27. Какими важными свойствами обладает молярный объем любого идеального газа?
28. Почему молярная газовая постоянная называется также универсальной газовой постоянной?
29. Чем отличаются газовые смеси от химических соединений?
30. Что такое парциальное давление газа в смеси?
31. Что называется приведенным объемом газа в смеси?
32. Что такое массовая доля газа в смеси?
33. Что такое молярная доля газа в смеси?
34. От каких параметров зависит значение теплоемкости паров и идеальных газов?
35. Как определить молярную теплоемкость газа по удельной теплоемкости?
36. По какой формуле можно найти связь между удельной и молярной теплоемкостями?
37. Как определяют среднюю теплоемкость с помощью графиков и таблиц?
38. Во сколько раз молярная теплоемкость углекислого газа больше его удельной теплоемкости?
39. Как формулируется и математически выражается закон эквивалентности между теплотой и работой?
40. Как формулируется и математически выражается первое начало термодинамики?
41. Что такое вечный двигатель первого рода?
42. Почему в термодинамических расчетах вычисляют изменение внутренней энергии рабочего тела, а не абсолютное значение ее?
43. По какому из параметров состояния можно судить, осталась ли внутренняя энергия идеального газа в данном процессе постоянной или изменилась?
44. Почему работа изменения объема, как и работа изменения давления, не может считаться параметром состояния?
45. Почему в идеальных газах внутренняя потенциальная энергия принимается равной нулю?
46. Какие процессы называются обратимыми?
47. Чем вызывается необратимость действительных процессов?
48. Почему неравновесные процессы не могут быть обратимыми?
49. Какой вид имеет уравнение первого начала термодинамики для изохорного процесса?
50. Как изменяется температура газа при изобарном расширении?
51. Какой вид имеет уравнение первого начала термодинамики для изотермического процесса?
52. Какие реально осуществляемые процессы могут приближенно считаться адиабатными?
53. Какие циклы называются прямыми и какие обратимыми?
54. Как на pV -диаграмме графически определяется удельная работа прямого цикла?
55. Для каких целей применяют обратные циклы?
56. Что характеризует термический КПД прямого цикла?
57. Почему термический КПД прямого цикла не может быть равен единице?
58. Какое значение имеет прямой цикл Карно в термодинамике?
59. В чем сущность второго начала термодинамики?
60. Как показать, что в результате совершения кругового процесса энтропия рабочего тела не изменится?
61. Почему при совершении круговых процессов энтропия теплоотдатчика уменьшается, а теплоприемника увеличивается?
62. В чем состоит основное свойство Ts - диаграммы?
63. Как доказать, что на Ts - диаграмме изохора располагается круче изобары?

2.2. Практическая работа

Практическая работа №1. Расчетно-графическая работа: Определение усилий в стержнях системы сходящихся сил

1. Задание. «Определить усилия в стержнях кронштейна от приложенной внешней силы». Трением в блоке пренебречь. Данные для своего варианта взять из таблицы.

Вариант	F _т , кН	Углы, град.			Вариант	F _т , кН	Углы, град.		
		α	β	γ			α	β	γ
1	50	30	70	35	16	62	30	68	34
2	60	10	80	70	17	64	31	72	36
3	70	20	50	50	18	58	28	68	32
4	80	40	70	20	19	60	30	70	30
5	90	30	60	70	20	55	26	64	28
6	55	15	85	40	21	65	32	68	30
7	65	45	65	30	22	64	30	70	32
8	75	20	40	10	23	68	26	66	34
9	85	30	80	70	24	70	30	68	32
10	95	10	60	40	25	74	28	72	30
11	55	28	68	30	26	78	32	70	32
12	54	30	67	28	27	80	30	75	34
13	56	32	65	32	28	75	25	70	32
14	58	31	66	33	29	70	28	68	28
15	60	32	70	35	30	80	30	75	34

Прежде чем приступить к выполнению задания, необходимо изучить раздел «Плоская система сходящихся сил».

2. Цель задания:

- 2.1 Научиться расставлять активные и реактивные силы.
- 2.2 Научиться составлять расчетную схему.
- 2.3 Научиться определять усилие в стержнях системы аналитическим путем.

3. Повторение теоретического материала.

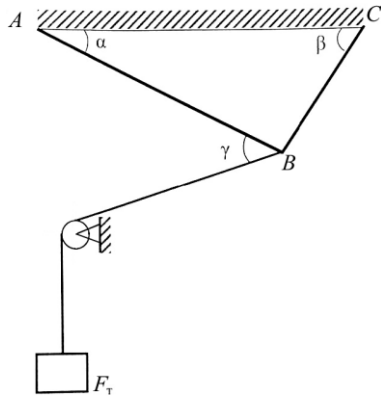
- 3.1 Какие силы образуют плоскую систему сходящихся сил?
- 3.2 Что такое силовой многоугольник?
- 3.3 Как определяется равнодействующая системы?
- 3.4 Геометрическое условие равновесия плоской системы сходящихся сил.
- 3.5 Какие уравнения и сколько можно составить для уравновешенной плоской системы сходящихся сил?

4. Методические рекомендации к выполнению.

- 4.1 Внимательно прочитать условие задачи, записать, что дано, и что требуется определить.
- 4.2 Составить расчетную схему.
- 4.3 Составить и решить относительно неизвестных два уравнения равновесия.
- 4.4 Если в результате вычислений хотя бы одно неизвестное получилось со знаком «-» необходимо объяснить.
- 4.5 Написать ответ.
- 4.6 Если при выполнении практической работы появились затруднения – это значит, что материал темы не усвоен.

5. Пример решения задания.

Определить усилия в стержнях кронштейна от приложенной внешней силы. Трением в блоке пренебречь. Данные из задачи своего варианта взять из таблицы.



Дано: $F = 50$ кН
 $\alpha = 45^\circ$; $\beta = 50^\circ$; $\gamma = 60^\circ$

Определить: R_1 и R_2

Решение:

1. Составим расчетную схему (рис. 1)
2. Составим уравнения проекций сил системы на оси x и y :
 (1) $\sum F_{ix} = 0$; $R_1 \cos 50^\circ - R_2 \cdot \cos 45^\circ - F \cos 15^\circ = 0$
 (2) $\sum F_{iy} = 0$; $R_1 \cdot \cos 40^\circ + R_2 \cos 45^\circ - F \cos 75^\circ = 0$
3. Решим их относительно неизвестных R_1 и R_2 :
 из 1-го уравнения:

$$R_1 = \frac{R_2 \cdot \cos 45^\circ + F \cos 15^\circ}{\cos 50^\circ} = \frac{R_2 \cdot 0,7071 + 50 \cdot 0,9659}{0,6428} = R_2 \cdot 1,1 + 75,13 \text{ Н.}$$

Подставим найденное значение R_1 во второе уравнение:

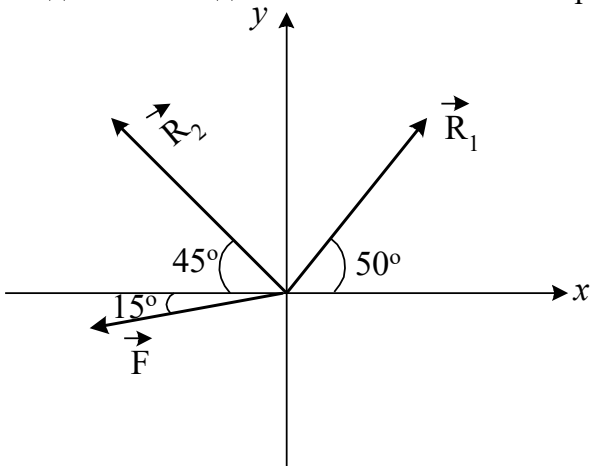


рис. 1

$$\begin{aligned} (R_2 \cdot 1,1 + 75,13) \cos 40^\circ + R_2 \cos 45^\circ &= F \cos 75^\circ \\ R_2 \cdot 0,8426 + 75,55 + R_2 \cdot 0,7071 &= 50 \cdot 0,2588 \\ R_2 (0,8426 + 0,7071) &= 12,94 - 75,55 \\ R_2 &= -\frac{44,61}{1,55} = -28,78 \text{ Н} \end{aligned}$$

Следовательно, R_1 будет равно:

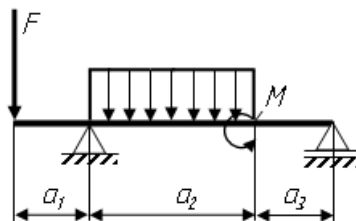
$$\begin{aligned} R_1 &= R_2 \cdot 1,1 + 75,13 \text{ Н} \\ R_1 &= -28,78 \cdot 1,1 + 75,13 = 43,47 \text{ Н} \end{aligned}$$

Ответ: $R_1 = 43,47$ Н; $R_2 = -28,78$ Н

Знак «-» в реакции R_2 получился из-за того, что первоначально направление реакции было выбрано ошибочно.

Практическая работа №2. Расчетно-графическая работа: Определение опорных реакций балок

1. Задание. Определить опорные реакции балки лежащей на 2-х опорах. Данные своего варианта взять из таблицы.



№ вар.	F, кН	q, кН/м	M, кН·м	a ₁ , м	a ₂ , м	a ₃ , м	№ вар.	F, кН	q, кН/м	M, кН·м	a ₁ , м	a ₂ , м	a ₃ , м
1	6	2	4	0,6	1,5	0,4	16	2	3	3	1,1	2	1,4
2	5	3	5	0,2	2	0,2	17	2	4	3	1,5	2	1,3
3	4	4	4	0,4	3	0,4	18	2	3	2	1,4	2,2	1,2
4	2	3	2	1,5	2	1,5	19	3	4	5	1,3	2,4	1,2
5	3	4	4	1,2	3	1,4	20	4	4	4	1,4	2,4	1,4
6	4	4	5	1,5	2	1,4	21	6	2	4	0,5	2	0,2
7	4	6	6	1,6	2,2	1,6	22	7	4	5	0,7	2,2	0,4
8	2	3	3	1,5	1,6	1,5	23	9	5	8	0,8	1,4	0,3
9	4	4	6	1,3	1,4	1,3	24	10	8	7	1,0	0,8	0,2
10	3	3	3	1,2	1,6	1,2	25	12	9	6	1,2	1,2	0,5
11	6	5	5	1,3	1,6	1,3	26	11	10	4	0,4	1,6	0,7
12	8	4	4	1,2	2	1,2	27	14	4	2	0,7	1,8	0,6
13	6	6	5	1,2	2	1,4	28	12	6	4	0,8	2	1,2
14	7	3	4	1,1	2	1,3	29	10	7	6	1,0	2,2	0,6
15	4	2	4	1,2	2	1,5	30	8	8	10	1,4	1,6	0,8

Прежде, чем приступить к выполнению задания, необходимо изучить тему «Плоская система произвольно расположенных сил».

2. Цель задания:

«Ознакомиться с устройством опор балок, составить расчетные схемы и определить реакции их опор».

3. Повторение теоретического материала.

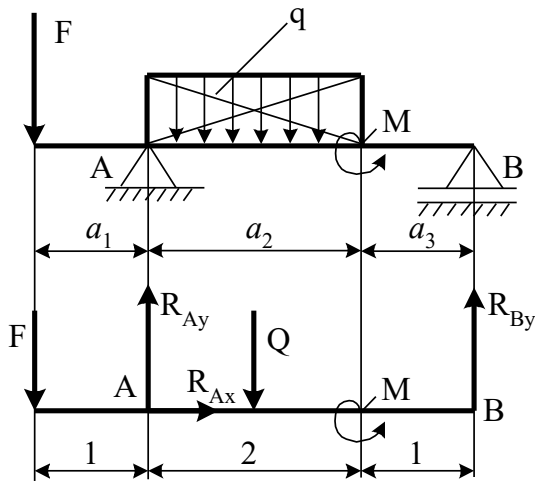
- 3.1 Сколько реакций, и какие дают шарнирно-подвижная и шарнирно-неподвижная опоры?
- 3.2 Сколько реакций, и какие дает жесткая заделка (защемление)?
- 3.3 Какую точку на балке обычно берут за центр моментов?
- 3.4 Сколько независимых уравнений равновесия можно составить для плоской системы параллельных сил?
- 3.5 Что собой представляет консольная балка?

4. Методические рекомендации к выполнению задания.

- 4.1 Внимательно прочитать условие задачи, записать, что дано и что требуется определить.
- 4.2 Расставить все активные и реактивные силы.
- 4.3 Составить расчетную схему.
- 4.4 Составить и решить относительно неизвестных три уравнения равновесия (для системы параллельных сил – два уравнения).
- 4.5 Сделать проверку правильности решения. Если в уравнении проверки не получается «0», то может быть два объяснения:
 - а) в проверке получается число > 1 – ищите ошибки в составлении и решении уравнений равновесия;
 - б) в проверке получается число < 1 – это значит, что при вычислении реакций опор округлялись. В таком случае требуется объяснение.
- 4.6 Написать ответ. Если хотя бы одно неизвестное получилось со знаком «-» - требуется объяснение.

5. Пример решения задания.

Определить опорные реакции балки, лежащей на двух опорах. Данные своего варианта взять из таблицы.



Дано: $F = 10 \text{ кН}$
 $q = 4 \text{ кН/м}$; $M = 8 \text{ кН}\cdot\text{м}$,
 $a_1 = 1 \text{ м}$; $a_2 = 2 \text{ м}$; $a_3 = 1 \text{ м}$

Определить: R_{Ax} ; R_{Ay} ; R_{By}

Решение:

1. Составим расчетную схему (рис. 1)
2. Составим уравнения равновесия для системы параллельных сил:

$$(1) \sum M_A(\vec{F}_i) = 0; F \cdot 1 - Q \cdot 1 + M + R_{By} \cdot 3 = 0$$

$$(2) \sum M_B(\vec{F}_i) = 0; F \cdot 4 - R_{Ay} \cdot 3 + Q \cdot 2 + M = 0$$

$$(3) \sum F_{ix} = 0; R_{Ax} = 0$$

рис. 1

3. Решим их относительно неизвестных:

из 1-го уравнения:

$$R_{By} = \frac{-F \cdot 1 + Q \cdot 1 - M}{3}, \text{ кН}$$

$$Q = q \cdot 2 = 4 \cdot 2 = 8 \text{ кН}$$

$$R_{By} = \frac{-10 \cdot 1 + 8 \cdot 1 - 8}{3} = -3,33 \text{ кН}$$

из 2-го уравнения:

$$R_{Ay} = \frac{F \cdot 4 + Q \cdot 2 + M}{3} = \frac{40 + 16 + 8}{3} = 21,33 \text{ кН}$$

Проверка:

Для проверки правильности решения задачи примем уравнение, которое не использовалось при решении:

$$\sum F_{iy} = 0; -F_y + R_{Ay} - Q + R_{By} = 0$$

$$-10 + 21,33 - 8 - 3,33 = 0$$

$0 = 0$, следовательно, опорные реакции определены правильно.

Ответ: $R_{Ay} = 21,33 \text{ кН}$; $R_{By} = -3,33 \text{ кН}$.

Практическая работа №3. Расчетно-графическая работа: Определение положения центра тяжести плоской фигуры.

1. Цель работы: в результате выполнения работы студент должен знать методы определения центра тяжести тела и плоских сечений, формулы для определения положения центра тяжести плоских фигур. Уметь определять положение центра тяжести сложных геометрических фигур.

2. Оборудование, материалы: интернет-ресурсы, учебники.

3. Задание. Определить положение центра тяжести сечений.

4. Пояснения к работе. Краткие теоретические сведения.

4.1. Сила тяжести – равнодействующая сил притяжения к земле, распределенных по всему объему у тела. Силы притяжения образуют систему сил, линии действия которых сходятся к центру Земли.

Положение центра тяжести (точки приложения силы тяжести) необходимо знать для целого ряда расчетов механики и сопротивления материалов. Формулы для определения положения центра тяжести тела определены с помощью теоремы Вариньона о моменте равнодействующей системы параллельных сил.

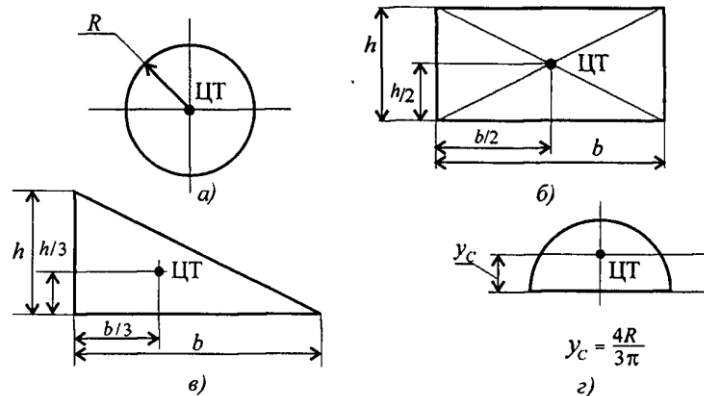
Центр тяжести симметричных фигур находится на оси симметрии.

При решении задач используют следующие методы:

- метод симметрии;
- метод разделения на простые части;
- метод отрицательных площадей.

4.2. Основные расчетные формулы и предпосылки расчета.

Центры тяжести простейших сечений



Центр тяжести симметричной фигуры находится на оси симметрии.

Очень часто приходится определять центр тяжести различных плоских тел и геометрических плоских фигур сложной формы. Для плоских тел можно записать: $V = Ah$, где A — суммарная площадь фигуры; h — ее высота.

Тогда после подстановки в записанные выше формулы получим:

$$x_C = \frac{\sum_0^n A_k h x_k}{Ah} = \frac{\sum_0^n A_k x_k}{A};$$

$$y_C = \frac{\sum_0^n A_k h y_k}{Ah} = \frac{\sum_0^n A_k y_k}{A}; \quad z_C = \frac{h}{2},$$

где A_k — площадь части сечения; x_k, y_k — координаты ЦТ частей сечения.

Выражение

$$\sum_0^n A_k x_k$$

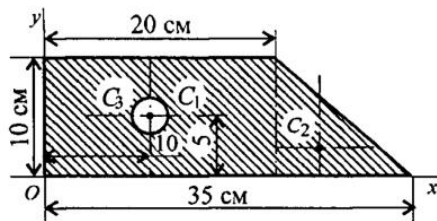
называют *статическим моментом площади* (S_y).

Координаты центра тяжести сечения можно выразить через статический момент:

$$\sum_0^n A_k x_k = S_y; \quad x_C = \frac{S_y}{A}; \quad \sum_0^n A_k y_k = S_x; \quad y_C = \frac{S_x}{A}.$$

5. Пример решения задачи.

Определить координаты центра тяжести заданного сечения.



Разбиваем фигуру на три части:

1 — прямоугольник, $A_1 = 10 \cdot 20 = 200 \text{ см}^2$;

2 — треугольник, $A_2 = 1/2 \cdot 10 \cdot 15 = 75 \text{ см}^2$;

3 — круг, $A_3 = \pi R^2$; $A_3 = 3,14 \cdot 3^2 = 28,3 \text{ см}^2$.

ЦТ фигуры 1: $x_1 = 10 \text{ см}; y_1 = 5 \text{ см}$.

ЦТ фигуры 2: $x_2 = 20 + 1/3 \cdot 15 = 25 \text{ см}; y_2 = 1/3 \cdot 10 = 3,3 \text{ см}$.

ЦТ фигуры 3: $x_3 = 10 \text{ см}; y_3 = 5 \text{ см};$

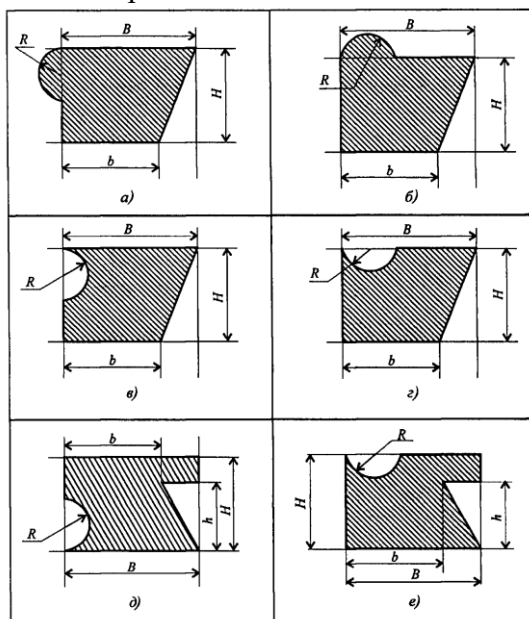
$$x_c = \frac{200 \cdot 10 + 75 \cdot 25 - 28,3 \cdot 10}{200 + 75 - 28,3} = 14,5 \text{ см}.$$

Аналогично определяется $y_c = 4,5 \text{ см}$.

6. Задания для студентов. Расчетно-графическая работа.

Указание. При решении задачи использовать метод симметрии и метод разделения площадей. Расчетные схемы приведены на рисунке.

Задание. Определить координаты центра тяжести составного сечения.



Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B, мм	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
b, мм	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
H, мм	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
h, мм	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
R, мм	20	25	25	30	30	40	40	50	50	60

Практическая работа №4. Расчетно-графическая работа: Построение графиков пути, скорости и ускорения точки

Задание. Построить графики пути, скорости и ускорения точки, движущейся прямолинейно согласно закону для первых пяти секунд движения.

Вариант	Уравнение движения точки	Вариант	Уравнение движения точки
1.	$S = 20t - 5t^2$	16.	$S = 16t - 5t^2$
2.	$S = 20t - 4t^2$	17.	$S = 16t - 4t^2$
3.	$S = 20t - 3t^2$	18.	$S = 16t - 3t^2$
4.	$S = 20t - 2t^2$	19.	$S = 16t - 2t^2$
5.	$S = 19t - 5t^2$	20.	$S = 15t - 5t^2$
6.	$S = 19t - 4t^2$	21.	$S = 15t - 4t^2$
7.	$S = 19t - 3t^2$	22.	$S = 15t - 3t^2$

8.	$S=19t-2t^2$	23.	$S=15t-2t^2$
9.	$S=18t-5t^2$	24.	$S=14t-5t^2$
10.	$S=18t-4t^2$	25.	$S=14t-4t^2$
11.	$S=18t-3t^2$	26.	$S=14t-3t^2$
12.	$S=18t-2t^2$	27.	$S=14t-2t^2$
13.	$S=17t-5t^2$	28.	$S=13t-5t^2$
14.	$S=17t-4t^2$	29.	$S=13t-4t^2$
15.	$S=17t-3t^2$	30.	$S=13t-3t^2$

Пример выполнения задания.

Дано: Точка движется прямолинейно согласно уравнению $S = 17t - 2t^2$, м. Построить графики расстояний, скорости и ускорения для первых пяти секунд движения.

Решение.

1. Определим закон изменения скорости движения точки:

$$v = \frac{dS}{dt}, \text{ м/с}; \quad v = (17t - 2t^2)' = 17 - 4t, \text{ м/с}$$

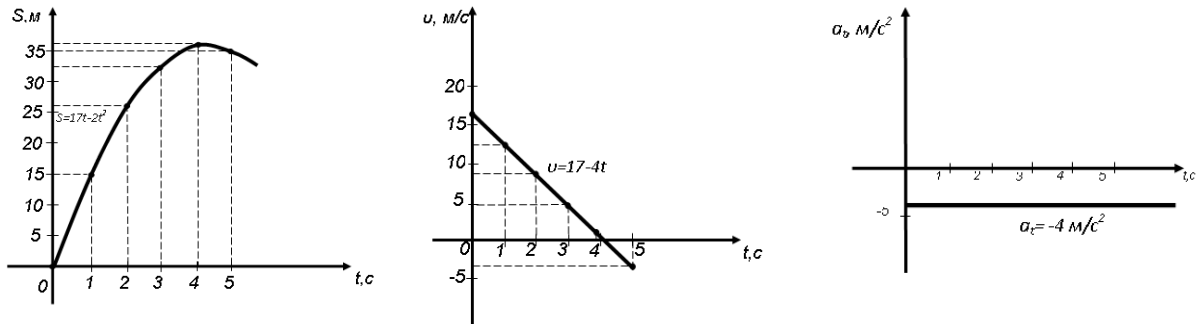
2. Определим ускорение точки: $a = \frac{dv}{dt}, \text{ м/с}^2$; $a_t = (17 - 4t)' = -4 \text{ м/с}^2$.

Поскольку ускорение постоянное, т.е. $a_t = const$, следовательно, движение точки является равнопеременным (равнозамедленным).

3. Составим сводную таблицу значений S, v, a_t для первых пяти секунд движения

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5
$S=17t - 2t^2, \text{ м}$	0	15	26	33	36	35
$v=17 - 4t, \text{ м/с}$	17	13	9	5	1	-3
$a_t = -4 \text{ м/с}^2$	от времени не зависит					

4. Построим графики S, v, a_t , выбрав масштаб:



Ответ: графики описывают движение материальной точки, брошенной вертикально вверх со скоростью $v_0 = 17 \text{ м/с}$.

Практическая работа №5. Расчетно-графическая работа: Определение кинематических характеристик вращающегося тела

Задание. Вал вращается согласно заданному уравнению. Определить угловую скорость, угловое ускорение, линейную скорость и полное ускорение вала в момент времени $t = 1 \text{ с}$. Сколько оборотов сделает вал за 15 секунд?

Вариант	Уравнение вращения вала	d, м	Вариант	Уравнение вращения вала	d, м
1	$\varphi = 1,2t^2 + 2t - 3$	0,1	16	$\varphi = 1,1t^2 + 2t - 3$	0,2
2	$\varphi = 1,2t^2 + t + 2$	0,2	17	$\varphi = 1,2t^2 + t - 5$	0,1
3	$\varphi = 1,1t^2 + 2t + 1$	0,3	18	$\varphi = 1,2t^2 + t - 7$	0,3
4	$\varphi = 1,2t^2 + t - 4$	0,1	19	$\varphi = 1,1t^2 + 2t - 6$	0,2

5	$\varphi = 1,3t^2 - t + 5$	0,2	20	$\varphi = 1,1t^2 + 2t - 8$	0,4
6	$\varphi = 1,3t^2 - 2t - 4$	0,3	21	$\varphi = 1,1t^2 + t + 5$	0,1
7	$\varphi = 1,3t^2 - t + 8$	0,2	22	$\varphi = 1,1t^2 + t - 6$	0,2
8	$\varphi = 1,2t^2 + t + 2$	0,3	23	$\varphi = 1,3t^2 + 2t - 7$	0,3
9	$\varphi = 1,3t^2 - 2t + 5$	0,2	24	$\varphi = 1,2t^2 - t + 8$	0,4
10	$\varphi = 1,1t^2 + 2t - 3$	0,4	25	$\varphi = 1,1t^2 + t + 5$	0,2
11	$\varphi = 1,1t^2 + t - 4$	0,1	26	$\varphi = 1,1t^2 + 2t - 4$	0,1
12	$\varphi = 1,2t^2 + t - 8$	0,2	27	$\varphi = 1,2t^2 - t + 5$	0,4
13	$\varphi = 1,1t^2 + 2t - 4$	0,3	28	$\varphi = 1,2t^2 - 2t + 8$	0,2
14	$\varphi = 1,2t^2 + t - 5$	0,4	29	$\varphi = 1,2t^2 - 2t - 6$	0,3
15	$\varphi = 1,1t^2 + 2t - 3$	0,1	30	$\varphi = 1,2t^2 + t - 7$	0,1

Пример выполнения задания.

Вал диаметром 0,2 м вращается согласно уравнению: $\varphi = 1,2t^2 - t + 9$, рад.

Определить угловую скорость, угловое ускорение, линейную скорость, полное ускорение в момент времени $t = 1$ с. Сколько оборотов сделает вал за 15 с?

Дано: $\varphi = 1,2t^2 - t + 9$, рад

$d = 0,2$ м; $t = 1$ с

Определить: ω , Σ , v , a_n , a_t , a , N .

Решение.

1. Определим угловую скорость вращения по формуле:

$$\omega = \varphi' = (1,2t^2 - t + 9)' = 2,4t - 1, \text{ рад/с.}$$

Подставив $t = 1$ с, получим: $\omega(1) = 2,4 \cdot 1 - 1 = 1,4$ рад/с.

2. Определим угловое ускорение: $\varepsilon = \omega' = (2,4t - 1)' = 2,4$ рад/с². Угловое ускорение от времени не зависит и является постоянным.

3. Линейная скорость определяется по формуле:

$$v = \omega \cdot r = 1,4 \cdot 0,1 = 0,14 \text{ м/с, где } r = d/2 = 0,2:2 = 0,1 \text{ м.}$$

4. Касательное ускорение определяется по формуле:

$$a_t = \varepsilon \cdot r = 2,4 \cdot 0,1 = 0,24 \text{ м/с}^2.$$

5. Нормальное ускорение определяется по формуле:

$$a_n = \omega^2 \cdot r = 1,4^2 \cdot 0,1 = 0,196 \text{ м/с}^2.$$

6. Полное ускорение вала: $a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = \sqrt{0,24^2 + 0,196^2} = 0,31 \text{ м/с}^2.$

7. Угол поворота вала за 15 секунд вращения:

$$\varphi = 1,2t^2 - t + 9 = 1,2 \cdot 15^2 - 15 + 9 = 264 \text{ рад.}$$

$$N = \frac{\varphi}{2\pi} = \frac{264}{2\pi} \approx 42 \text{ оборота.}$$

8. Число оборотов вала за 15 секунд:

Ответ: $\omega = 1,4$ рад/с; $\varepsilon = 2,4$ рад/с²; $v = 0,14$ м/с; $a_t = 0,24$ м/с²; $a_n = 0,196$ м/с²; $a = 0,31$ м/с²; $N = 42$ оборота.

Практическая работа №6. Расчетно-графическая работа: Движение несвободной материальной точки. Сила инерции

С какой скоростью мотоциклист должен проехать по выпуклому мосту, радиус кривизны которого задан, чтобы в самой верхней точке моста сила давления мотоциклиста на мост была в n раз меньше (из таблицы) его общей с мотоциклистом силы тяжести.

Вариант	r , м	n	Вариант	r , м	n
1	26	3	16	26	2
2	27	2	17	27	3
3	28	3	18	28	2
4	29	2	19	29	3

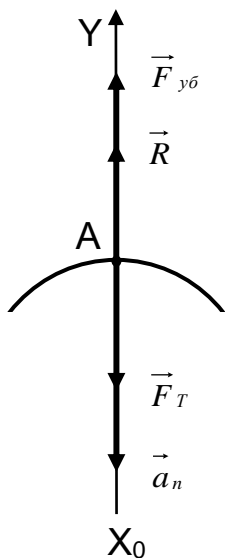
5	20	3	20	20	2
6	21	2	21	21	3
7	22	3	22	22	2
8	23	2	23	23	3
9	24	3	24	24	2
10	30	3	25	30	2
11	26	3	26	26	2
12	27	2	27	27	3
13	28	3	28	28	2
14	29	2	29	29	3
15	30	3	30	30	2

Пример решения задания.

С какой скоростью мотоциклист должен проехать по выпуклому мосту, радиус кривизны которого равен 25 м, чтобы в самой верхней точке моста сила давления мотоцикла на мост была в три раза меньше его общей с мотоциклом силы тяжести?

Решение.

1. Составим расчетную схему, на которой покажем активную силу \vec{F}_T , реактивную силу \vec{R} и силу инерции $\vec{F}_{y\delta}$.



Дано:

$$r = 25\text{м}; \quad n = 3$$

Определить: $v - ?$

2. Спроектируем все силы на ось Y:

$$\Sigma F_{iy} = 0; \quad F_{y\delta} + R - F_m = 0.$$

3. Поскольку необходимо определить скорость движения мотоциклиста, а она входит в формулу центральной силы, следовательно, выразим $F_{y\delta}$:

$$F_{y\delta} = F_m - R$$

4. Выразим все величины через исходные данные для расчета

$$\frac{mv^2}{r} = mg - \frac{mg}{3} =$$

5. Сокращая на величину массы, получаем:

$$\frac{v^2}{r} = g - \frac{g}{3} = g(1 - 1/3) = 2/3g$$

6. Определим скорость движения: $v^2 = r(g - \frac{g}{3}) = 2/3rg$

$$v = \sqrt{\frac{2}{3}rg} = \sqrt{\frac{2}{3} \times 25 \times 9,81} = \sqrt{163,5} \approx 12,8\text{м/с}$$

Ответ: $v = 12,8\text{ м/с}$

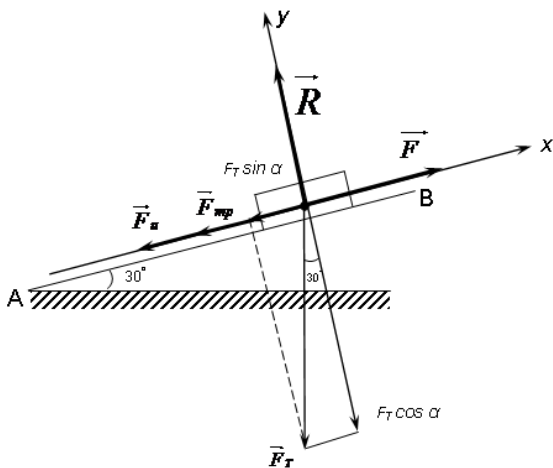
Практическая работа №7. Расчетно-графическая работа: Определение работы, мощности, КПД тела на наклонной плоскости

Вариант	$F_T, \text{Н}$	$S, \text{м}$	$a, \text{м/с}^2$	f	Вариант	$F_T, \text{Н}$	$S, \text{м}$	$a, \text{м/с}^2$	f
1	350	5	1,5	0,03	16	200	3	1,3	0,01
2	220	5	1,8	0,02	17	400	5	1,6	0,03

3	240	3,5	1,7	0,03	18	600	4,5	1,7	0,02
4	300	3	1,9	0,02	19	800	3	1,8	0,03
5	400	4	1,2	0,01	20	400	5	1,2	0,02
6	500	3	2,0	0,03	21	700	3,5	1,5	0,01
7	600	5	2,1	0,01	22	600	3	1,6	0,01
8	300	3,5	1,8	0,02	23	400	4,5	1,8	0,03
9	400	4,5	1,9	0,03	24	300	4	1,9	0,02
10	500	5	1,4	0,01	25	800	5	2,0	0,03
11	600	4	1,3	0,03	26	500	3,5	1,2	0,01
12	300	3,5	2,0	0,03	27	400	4,5	1,4	0,02
13	400	3	1,5	0,01	28	200	5	1,6	0,03
14	500	4	1,6	0,03	29	400	3	1,9	0,01
15	600	5	1,9	0,02	30	600	4	2,0	0,02

Пример выполнения задания.

По наклонной плоскости АВ длиной 4 м равноускоренно передвигают груз с ускорением $1,5 \text{ м/с}^2$ силой F , параллельной наклонной плоскости. Сила тяжести груза $F_T = 200 \text{ Н}$. Коэффициент трения $f = 0,01$. Угол наклона плоскости 30° . Определить работу, которая выполняется в данном случае.



Дано: $S=4 \text{ м}$; $a=1,5 \text{ м/с}^2$; $F_T = 200 \text{ Н}$; $f = 0,01$; $\alpha = 30^\circ$
Найти: W

1. Для решения данной задачи необходимо нарисовать наклонную плоскость под углом $\alpha = 30^\circ$ и расставить все силы, которые действуют в данном случае. Приложить систему координат X, Y.

2. Спроектировать все силы на ось X и Y и составить два уравнения суммы проекций:

$$\begin{aligned} \sum F_{ix} = 0; & \quad F - F_T \cdot \sin \alpha - F_{mp} - F_u = 0; \\ \sum F_{iy} = 0; & \quad R - F_T \cdot \cos \alpha = 0. \end{aligned}$$

3. Решая эти уравнения, необходимо вычислить силу F . Из 1^{го} уравнения $F = F_T \sin \alpha + F_{mp} + F_u$.

4. Сила трения определяется по формуле: $F_{mp} = f \cdot R$, где R – нормальная реакция.

5. Нормальную реакцию R определить из 2^{го} уравнения: $R = F_T \cdot \cos 30^\circ$; $R = 200 \cdot 0,87 = 174 \text{ Н}$.

Тогда сила трения: $F_{mp} = f \cdot R = 0,01 \cdot 174 = 1,74 \text{ Н}$.

$$F = 200 \cdot 0,5 + 1,74 + 30,6 = 132,34$$

6. Сила инерции определяется: $F_u = ma = 30,6 \text{ Н}$.

7. Движущую силу F определим по формуле:

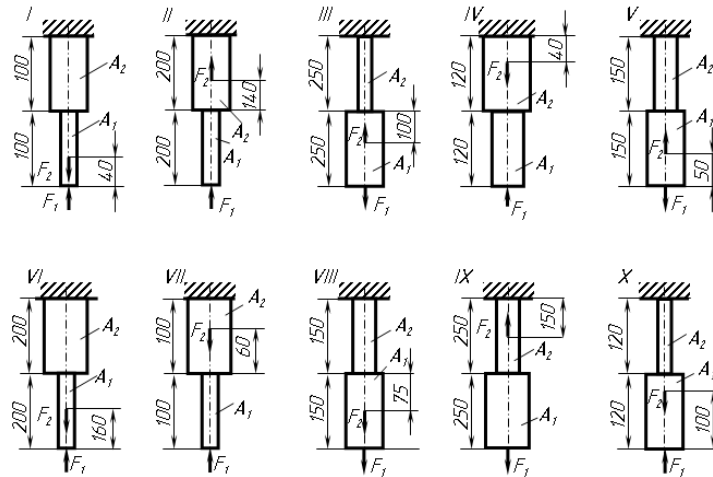
$$F = F_T \sin 30^\circ + F_{mp} + F_u = 200 \cdot 0,5 + 1,74 + 30,6 = 132,34 \text{ Н}$$

8. Работа при передвижении груза по наклонной плоскости: $W = F \cdot S = 132,34 \cdot 4 = 529,36 \text{ Дж}$.

Ответ: $W = 529,36 \text{ Дж}$.

Практическая работа №8. Расчетно-графическая работа: Построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений при растяжении и сжатии, определение перемещений

Задание. Двухступенчатый стальной брус, длины ступеней которого указаны на рис. (схемы I-X), нагружен силами F_1 и F_2 . Построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений по длине бруса. Определить перемещение Δl нижнего торцового сечения бруса, приняв $E = 2 \cdot 10^5$ МПа. Числовые значения F_1 и F_2 , а также площади поперечных сечений A_1 и A_2 для своего варианта взять из таблицы.



Вариант	№ схемы	F_1 , кН	F_2 , кН	A_1 , мм ²	A_2 , мм ²	l_1 , м	l_2 , м	l_3 , м
01	I	3	8,4	20	60	0,3	0,2	0,4
02	II	34	16	150	200	0,2	0,4	0,3
03	III	13,8	39	200	250	0,4	0,3	0,2
04	IV	1,6	3,8	20	50	0,3	0,4	0,5
05	V	4,5	12	250	200	0,4	0,5	0,3
06	VI	15	17	200	250	0,5	0,3	0,4
07	VII	15	10	120	250	0,4	0,5	0,6
08	VIII	16,8	34,4	310	150	0,5	0,6	0,4
09	IX	12	30	250	200	0,6	0,4	0,5
10	X	13	6	150	180	0,3	0,4	0,6
11	I	20	40	150	380	0,4	0,3	0,2
12	II	24	12	240	200	0,3	0,2	0,4
13	III	4,8	28,8	200	250	0,2	0,4	0,3
14	IV	3,6	6,6	30	60	0,5	0,3	0,4
15	V	7,2	17,4	280	200	0,3	0,4	0,5
16	VI	6	12	250	300	0,4	0,5	0,3
17	VII	18,3	30,5	150	380	0,6	0,4	0,5
18	VIII	12	42	300	200	0,4	0,5	0,6
19	IX	10,8	30,8	280	200	0,5	0,6	0,4
20	X	10	18	200	250	0,6	0,3	0,4
21	I	12	10	90	240	0,2	0,4	0,3
22	II	7	21,5	280	300	0,4	0,3	0,2
23	III	40	42	280	220	0,3	0,2	0,4
24	IV	6,2	9,4	40	80	0,4	0,5	0,3
25	V	8	18,8	220	180	0,5	0,3	0,4
26	VI	11,9	16,1	280	300	0,3	0,4	0,5
27	VII	9,9	19,8	90	240	0,5	0,6	0,4
28	VIII	11,2	31	350	220	0,6	0,4	0,5
29	IX	12,8	34,89	220	180	0,4	0,5	0,6
30	X	15	37,5	300	180	0,4	0,6	0,3

Прежде, чем приступить к выполнению задания, необходимо изучить раздел «Растяжение и сжатие».

Цель задания

1. Научить определять продольную силу N и нормальное напряжение σ в сечении ступенчатого бруса (стержня) при действии на него нескольких внешних сил.
2. Научить строить эпюры N и σ .
3. Научить определять перемещение свободного конца бруса (стержня).

Повторение теоретического материала

1. Какие внутренние силовые факторы возникают при растяжении и сжатии?
2. Какое напряжение возникает при растяжении и сжатии и почему?
3. Что такое эпюра?
4. Как определяется абсолютная деформация стержня по закону Гука?
5. Что такое модуль продольной упругости материала (модуль Юнга)?

Методика выполнения задания

1. Разбиваем стержень на участки, начиная от свободного конца. Границами участков будут сечения, в которых приложены внешние силы или в которых изменяются площади поперечного сечения стержня.
2. Пользуясь методом сечения, определяем значение продольных сил в сечениях стержня, не определяя опорной реакции в его заделке.
3. Отбрасывая верхнюю часть стержня, составляем уравнение равновесия $\sum F_{iy} = 0$, для каждого участка, из которых определяем значения продольных сил N на каждом участке (знак «+» в значении N говорит, что это растяжение, «-» показывает, что стержень на этом участке сжат).
4. По полученным данным строим эпюру N .
5. Определяем нормальные напряжения σ на всех участках по формуле: $\sigma = \frac{N}{A}$, МПа.
6. По полученным данным строим эпюру σ .
7. Определяем абсолютное удлинение стержня (если результат получился отрицательным, то стержень укоротился) по формуле: $\Delta \ell = \Delta \ell_1 + \Delta \ell_2 + \dots + \Delta \ell_n$, где $\Delta \ell_n = \frac{N\ell}{AE}$, мм.

Пример решения задания:

Дано: Двухступенчатый стальной брус нагружен силами $F_1=150$ кН и $F_2=200$ кН. Длины ступеней $\ell_1 = 1$ м; $\ell_2=0,4$ м; $\ell_3=0,6$ м. Площади поперечных сечений $A_1=1800$ мм², $A_2=1200$ мм². Модуль продольной упругости материала $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

Построить эпюры N , σ , $\Delta \ell$ и **определить** абсолютное удлинение стержня.

Решение

1. Определяем продольные силы N на каждом участке:

I участок: $\sum F_{iy} = 0$; $N_1 - F_1 = 0 \Rightarrow N_1 = F_1 = 150$ кН

II участок: $\sum F_{iy} = 0$; $N_2 - F_1 = 0 \Rightarrow N_2 = F_1 = 150$ кН

III участок: $\sum F_{iy} = 0$; $N_3 + F_2 - F_1 = 0 \Rightarrow N_3 = F_1 - F_2 = 150 - 200 = -50$ кН

2. Определяем нормальные напряжения σ на каждом участке:

I участок: $\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{150000}{1800} = 83,3$ МПа (растяжение)

II участок: $\sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{150000}{1200} = 125$ МПа (растяжение)

III участок: $\sigma_3 = \frac{N_3}{A_2} = \frac{-50000}{1200} = -41,7$ МПа (сжатие)

3. Определяем абсолютное удлинение стержня:

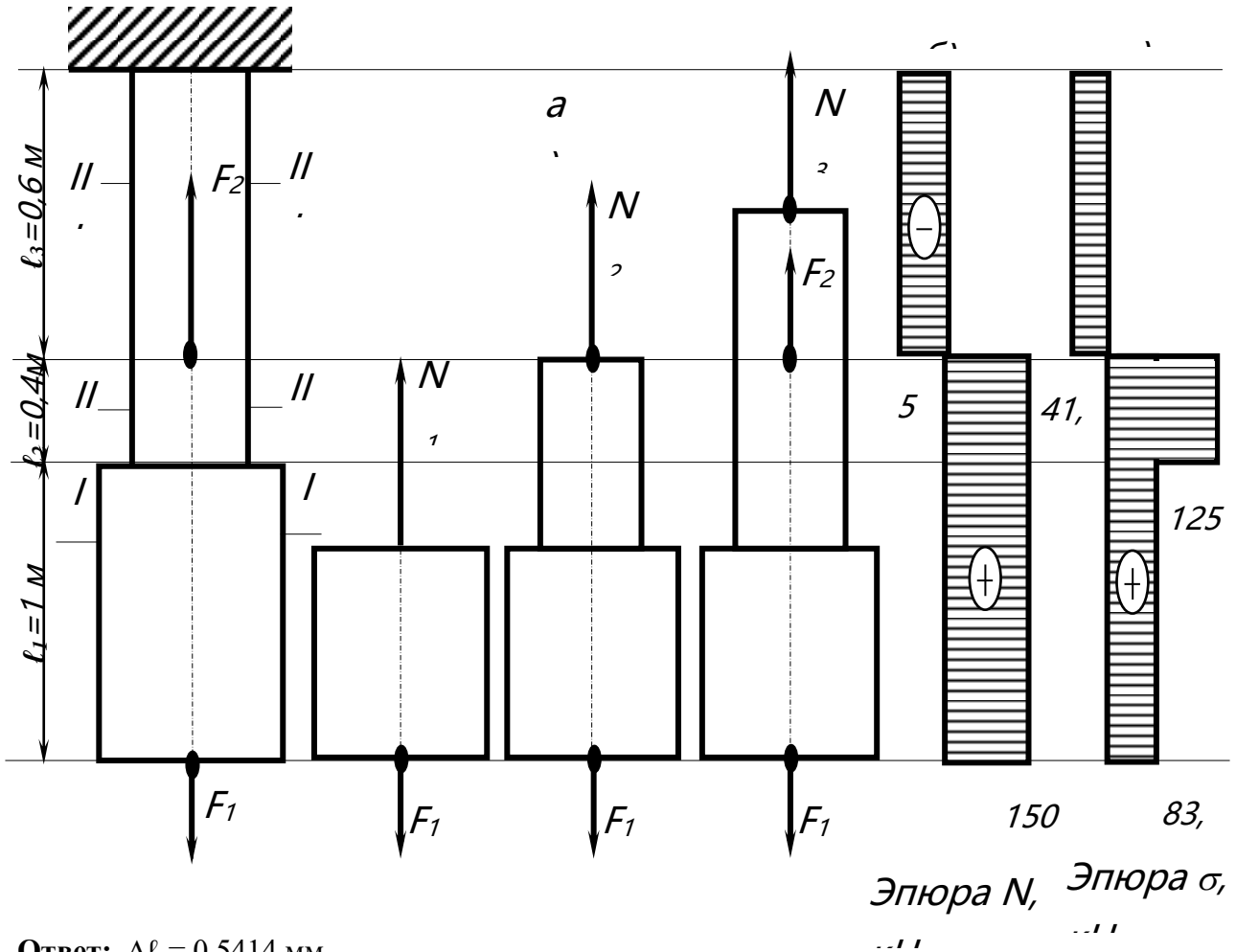
$\Delta \ell = \Delta \ell_1 + \Delta \ell_2 + \Delta \ell_3$, мм

$$\Delta \ell_1 = \frac{\sigma_1 \ell_1}{E} = \frac{83,3 \cdot 1 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^5} = 0,4165 \text{ мм}$$

$$\Delta \ell_2 = \frac{\sigma_2 \ell_2}{E} = \frac{125 \cdot 0,4 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^5} = 0,25 \text{ мм}$$

$$\Delta \ell_3 = \frac{\sigma_3 \ell_3}{E} = \frac{-41,7 \cdot 0,6 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^5} = -0,1251 \text{ мм}$$

$\Delta l = 0,4165 + 0,25 - 0,1251 = 0,5414$ мм. Следовательно, стержень удлинился на 0,5414 мм.



Ответ: $\Delta l = 0,5414$ мм.

Практическая работа №9. Практические расчеты на срез и смятие.

Цель задания

1. Изучить условия прочности при срезе и смятии.
2. Приобрести умения проводить расчеты на срез и смятие.

Примеры решения задач

Пример 1. Определить необходимое количество заклепок для передачи внешней нагрузки 120 кН. Заклепки расположить в один ряд. Проверить прочность соединяемых листов. Известно: $[\sigma] = 160$ МПа; $[\sigma_{см}] = 300$ МПа; $[\tau_c] = 100$ МПа; диаметр заклепок 16 мм.

Решение

1. Определить количество заклепок из расчета на сдвиг.

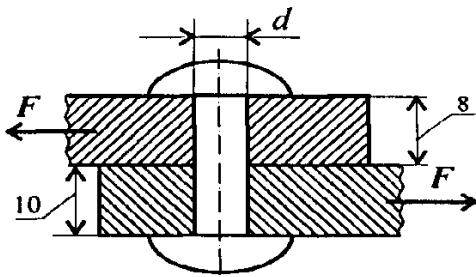
Условие прочности на сдвиг:

$$\tau_c = \frac{Q}{A_c} \leq [\tau_c]; \quad Q = \frac{F}{z};$$

$$\tau_c = \frac{F}{zA_c} \leq [\tau_c],$$

где $A_c = \pi r^2$;

z — количество заклепок.



$$\text{Откуда } z \geq \frac{F}{A_c[\tau_c]}; \quad z = \frac{120 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 8^2 \cdot 100} = 5,97 \approx 6.$$

Таким образом, необходимо 6 заклепок.

2. Определить количество заклепок из расчета на смятие. Условие прочности на смятие:

$$\sigma_{см} = \frac{F'}{A_{см}} \leq [\sigma_{см}]; \quad F' = \frac{F}{z}; \quad z \geq \frac{F}{A_{см}[\sigma_{см}]},$$

$A_{см} = d\delta_{\min}$; F' — нагрузка на одну заклепку.

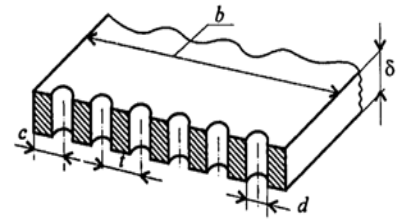
$$\text{Откуда } z \geq \frac{120 \cdot 10^3}{8 \cdot 16 \cdot 300} = 3,12.$$

Таким образом, необходимо 4 заклепки.

Для обеспечения прочности на сдвиг (срез) и смятие необходимо 6 заклепок.

Для удобства установки заклепок расстояние между ними и от края листа регламентируется. Шаг в ряду (расстояние между центрами) заклепок $3d$; расстояние до края $1,5d$. Следовательно, для расположения шести заклепок диаметром 16 мм необходима ширина листа 288 мм. Округляем величину до 300 мм ($b = 300$ мм).

3. Проверим прочность листов на растяжение. Проверяем тонкий лист. Отверстия под заклепки ослабляют сечение, рассчитываем площадь листа в месте, ослабленном отверстиями:



$$A = (b - zd)\delta = (300 - 6 \cdot 16) \cdot 8 = 1632 \text{ мм}^2.$$

Условие прочности на растяжение:

$$\sigma_p = N/A \leq [\sigma_p]; \quad \sigma_p = \frac{120 \cdot 10^3}{1632} = 73,53 \text{ МПа.}$$

$73,53 \text{ МПа} < 160 \text{ МПа}$. Следовательно, прочность листа обеспечена.

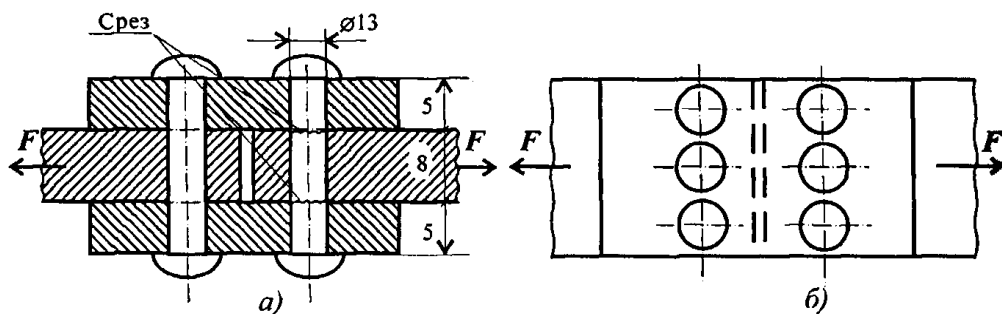
Пример 2. Проверить прочность заклепочного соединения на срез и смятие. Нагрузка на соединение 60 кН, $[\tau_{ср}] = 100 \text{ МПа}$; $[\sigma_{см}] = 240 \text{ МПа}$.

Решение

1. Соединение двухсрезными заклепками последовательно воспринимается тремя заклепками в левом ряду, а затем тремя заклепками в правом ряду.

Площадь сдвига каждой заклепки $A_c = 2\pi r^2$. Площадь смятия боковой поверхности $A_{см} = d\delta_{\min}$.

2. Проверим прочность соединения на сдвиг (срез).



Пример 3. Проверить прочность сварного соединения угловыми швами с накладкой. Действующая нагрузка 60 кН, допустимое напряжение металла шва на сдвиг 80 МПа.

Решение

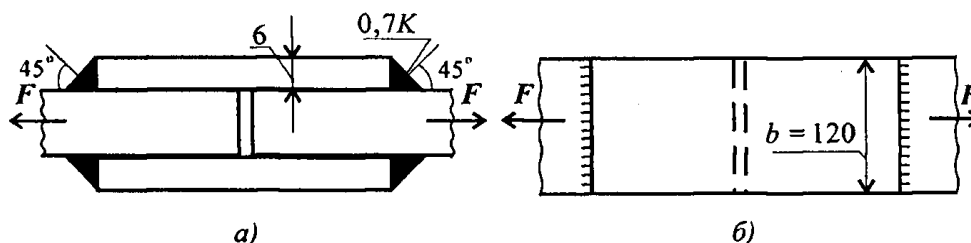
1. Нагрузка передается последовательно через два шва слева, а далее – два шва справа. Разрушение угловых швов происходит по площадкам, расположенным под углом 45° к поверхности соединяемых листов.

2. Проверим прочность сварного соединения на срез.

Двухсторонний угловой шов можно рассчитать по формуле

$$\tau_c = \frac{Q}{A_c} \leq [\tau_c],$$

где $Q = F$; $A_c = 2 \cdot 0,7Kb$, A_c — расчетная площадь среза шва; K — катет шва, равен толщине накладки; b — длина шва.



Следовательно,

$$\tau_c = \frac{60 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,7 \cdot 6 \cdot 120} = 59,5 \text{ МПа},$$

$59,5 \text{ МПа} < 80 \text{ МПа}$. Расчетное напряжение меньше допускаемого, прочность обеспечена.

Задание.

Неразъемные соединения

1. Сварные соединения

Сварным называется неразъемное соединение, выполненное путем установления межатомных связей между соединяемыми частями при их нагревании или пластическом деформировании, т. е. **сваркой**.

Существует две группы видов сварки: **плавлением и давлением**. Металл, соединяемый сваркой, называется основным, а металл, предназначенный в дополнение к расплавленному основному, — **присадочным**.

Расчет **сварных соединений** заключается в расчетах на прочность, являющимся основным критерием работоспособности сварных соединений.

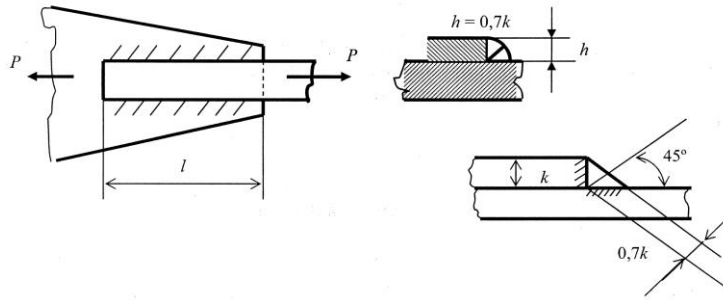
Задача. Определить длину сварного шва l для соединения стальной полосы и листа. Катет шва k ; растягивающее усилие P ; допускаемое напряжение на срез $[\tau_{ср}] = 100 \text{ Н/мм}^2$.

Таблица 2

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P , кН	50	60	70	80	90	100	60	70	60	70
k , мм	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4

Образец решения.

Дано: Определить длину сварного шва l для соединения стальной полосы и листа. Катет шва $k = 3$ мм. Растягивающее усилие $P = 45$ кН; допускаемое напряжение среза $[\tau_{ср}] = 100 \text{ Н/мм}^2$.



Решение

Угловые швы рассчитывают на срез по опасному сечению, совпадающему с биссектрисой прямого угла. Расчетная высота шва $k \sin 45^\circ \approx 0,7k$.

Условие прочности шва на срез:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{P}{0,7k \cdot l_{\text{ш}}} \leq [\tau_{\text{ср}}],$$

где P – растягивающее усилие, кН; k – катет шва, мм; $l_{\text{ш}}$ – длина шва, см; $[\tau_{\text{ср}}]$ – среднее допускаемое напряжение на срез, Н/мм².

$$\frac{P}{0,7k \cdot l_{\text{ш}}} = [\tau_{\text{ср}}], \text{ откуда } l_{\text{ш}} = \frac{P}{0,7k \cdot [\tau_{\text{ср}}]} \leq \frac{45 \cdot 10^3}{0,7 \cdot 3 \cdot 100} = 214,3 \text{ мм} = 21,4 \text{ см.}$$

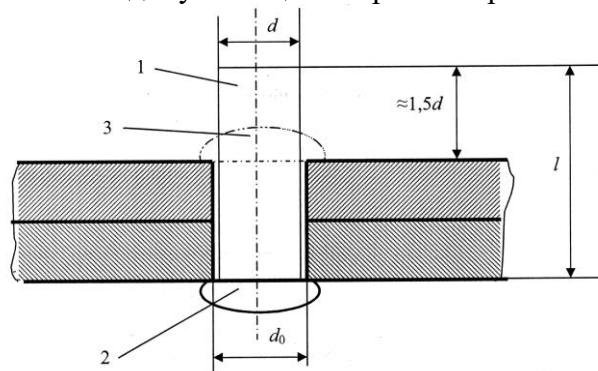
Ответ: $l_{\text{ш}} = 22$ см.

2. Заклепочные соединения

Заклепочными называются соединения деталей с применением заклепок.

Заклепка – это крепежная деталь из высокопластичного материала. Она состоит из стержня 1 и закладной головки 2. Конец стержня расклепывается для образования замыкающей головки 3.

Заклепочное соединение применяют для изделий из листового, полосового или профильного проката при небольшой толщине соединяемых деталей, для скрепления деталей из разных материалов, не свариваемых или не допускающих нагрев материалов.



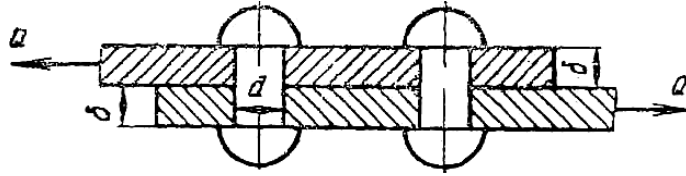
Задача. Определить необходимое число заклепок диаметра d по срезу и смятию в шве, если толщина соединяемых листов δ , а растягивающее усилие Q . Допускаемые напряжения: на срез $[\tau_{\text{ср}}] = 100$ Н/мм²; на смятие $[\sigma_{\text{см}}] = 200$ Н/мм².

Таблица 3

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q , кН	50	60	70	80	100	50	60	70	80	100
d , мм	12	14	16	18	20	16	15	14	12	18
δ , мм	10	12	14	15	16	14	12	10	13	16

Образец решения.

Дано: Определить необходимое число заклепок диаметра d по срезу и смятию в шве, если толщина соединяемых листов δ , а растягивающее усилие Q . Допускаемые напряжения: на срез $[\tau_{\text{ср}}] = 100$ Н/мм²; на смятие $[\sigma_{\text{см}}] = 200$ Н/мм².



Решение.

1. Прочность заклепок на срез определяется по формуле $\tau_{ср} = \frac{4Q}{n_{ср} \cdot k \cdot \pi \cdot d^2} \leq [\tau_{ср}]$,

где $n_{ср}$ – число заклепок шва; k – число плоскостей среза ($k = 1$); d – диаметр отверстия под заклепку, мм.

Следовательно, количество заклепок в соединении

$$n_{ср} \geq \frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q}{k \cdot d^2 \cdot [\tau_{ср}]} = \frac{4 \cdot 90 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 1 \cdot 15^2 \cdot 100} = 5 \text{ заклепок.}$$

2. Прочность соединения по смятию: $\sigma_{см} = \frac{Q}{n_{см} \cdot d \cdot \delta} \leq [\sigma_{см}]$, отсюда

$$n_{см} \geq \frac{Q}{d \cdot \delta \cdot [\sigma_{см}]} = \frac{90 \cdot 10^3}{15 \cdot 11 \cdot 200} = 2,7 \approx 3 \text{ заклепки.}$$

При проектировании принимают большее из двух значений.

Ответ: 5 заклепок.

Практическая работа №10. Расчетно-графическая работа: Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов по характерным точкам и определение размеров поперечных сечений балок при изгибе

Цель задания

1. Проверить степень усвоения студентами темы «Прямой поперечный изгиб».
2. Научиться строить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.
3. Научиться проверять балки на прочность, подбирать сечения.

Задание. Для двухопорной балки, нагруженной, как показано на рисунке, определить реакции опор, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов и подобрать диаметр, приняв $[\sigma] = 160$ МПа. Числовые значения взяты из таблицы.

Повторение теоретического материала

1. Что такое прямой поперечный изгиб?
2. Как определить поперечную силу Q и изгибающий момент $M_{изг}$ в любом сечении балки? Правило знаков для Q и $M_{изг}$.
3. Условие прочности балки при изгибе.
4. Что называется опасным сечением на балке?
5. Какие виды задач можно решить из условия прочности?

Методика решения задания

1. Составить расчетную схему.
2. Определить опорные реакции для балки (для этого необходимо составить и решить 2 уравнения: $\sum M_A(\vec{F}_i) = 0$ и $\sum M_B(\vec{F}_i) = 0$). Сделать проверку правильности решения.
4. Определить значения поперечных сил в каждой характерной точке.
5. Построить эпюру Q по найденным значениям.
6. Определить значения $M_{изг}$ в каждой характерной точке.
7. Построить эпюру $M_{изг}$.
8. Найти значение $M_{изг}$ в опасном сечении и взять его для дальнейшего расчета.

9. Определить осевой момент сопротивления сечения по формуле: $W_x = \frac{M_{изг}}{[\sigma]}$, мм³

$$10. \text{ Определить диаметр балки по формуле: } W_x = \frac{\pi d^3}{32}, \text{ мм}^3 \Rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{32W_x}{\pi}}, \text{ мм}.$$

Пример выполнения задания

Дано: двухопорная балка, нагруженная как показано на рис., $q = 8 \text{ кН/м}$, $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$, $a_1 = 3 \text{ м}$; $a_2 = 1 \text{ м}$.

Определить: реакции опор, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов и подобрать диаметр.

Решение.

1. Составим расчетную схему, проставим размеры. Заменяем распределенную нагрузку сосредоточенной $G = q \cdot a_1 = 8 \cdot 3 = 24 \text{ кН}$.

2. Определим опорные реакции балки:

$$\sum M_A(\vec{F}_i) = 0; -G \cdot \frac{a_1}{2} + R_{BY} \cdot (a_1 + a_2) = 0 \Rightarrow R_{BY} = \frac{G \cdot \frac{a_1}{2}}{a_1 + a_2} = \frac{24 \cdot 1,5}{3 + 1} = 9 \text{ кН};$$

$$\sum M_B(\vec{F}_i) = 0; -R_{AY} \cdot (a_1 + a_2) + G \cdot (\frac{a_1}{2} + a_2) = 0 \Rightarrow R_{AY} = \frac{G \cdot (\frac{a_1}{2} + a_2)}{a_1 + a_2} = \frac{24 \cdot 2,5}{3 + 1} = 15 \text{ кН}.$$

Проверка: $\sum F_{iy} = 0$; $R_{AY} - G + R_{BY} = 15 - 24 + 9 = 0$, следовательно опорные реакции найдены верно.

3. Расставим характерные точки на балке и определим значения поперечной силы Q в каждой из них:

$$(\cdot) A \quad Q_A = R_{AY} = 15 \text{ кН}$$

$$(\cdot) D \quad Q_D = R_{AY} - q \cdot a_1 = 15 - 8 \cdot 3 = -9 \text{ кН}$$

$$(\cdot) B \quad Q_B = -R_{BY} = -9 \text{ кН}$$

4. Строим эпюру Q по найденным значениям.

5. Определим значения $M_{изг}$ в каждой характерной точке:

$$(\cdot) A \quad M_{изг} = 0$$

$$(\cdot) D \quad M_{изг} = R_{AY} \cdot a_1 - Q \cdot \frac{a_1}{2} = 15 \cdot 3 - 24 \cdot 1,5 = +9 \text{ кН}$$

$$(\cdot) B \quad M_{изг} = 0$$

6. Строим эпюру $M_{изг}$ по найденным значениям.

7. Поскольку эпюра Q пересекает ось в точке C , то на эпюре $M_{изг}$ в этой точке будет максимальное значение. Чтобы его определить, необходимо сначала выяснить расстояние AC , где $Q = 0$.

$$Q(C) = 0; \quad R_{AY} - q \cdot x = 0; \Rightarrow x = \frac{R_{AY}}{q} = \frac{15}{8} = 1,875 \text{ м}.$$

Наибольший изгибающий момент:

$$M_{max} = R_{AY} \cdot x - q \cdot x \cdot \frac{x}{2} = 15 \cdot 1,875 - 8 \cdot 1,875 \cdot \frac{1,875}{2} = 14,1 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

8. Для дальнейших расчетов принимаем значение $M_{изг} = M_{max} = 14,1 \text{ кН} \cdot \text{м}$ (значение в опасном сечении).

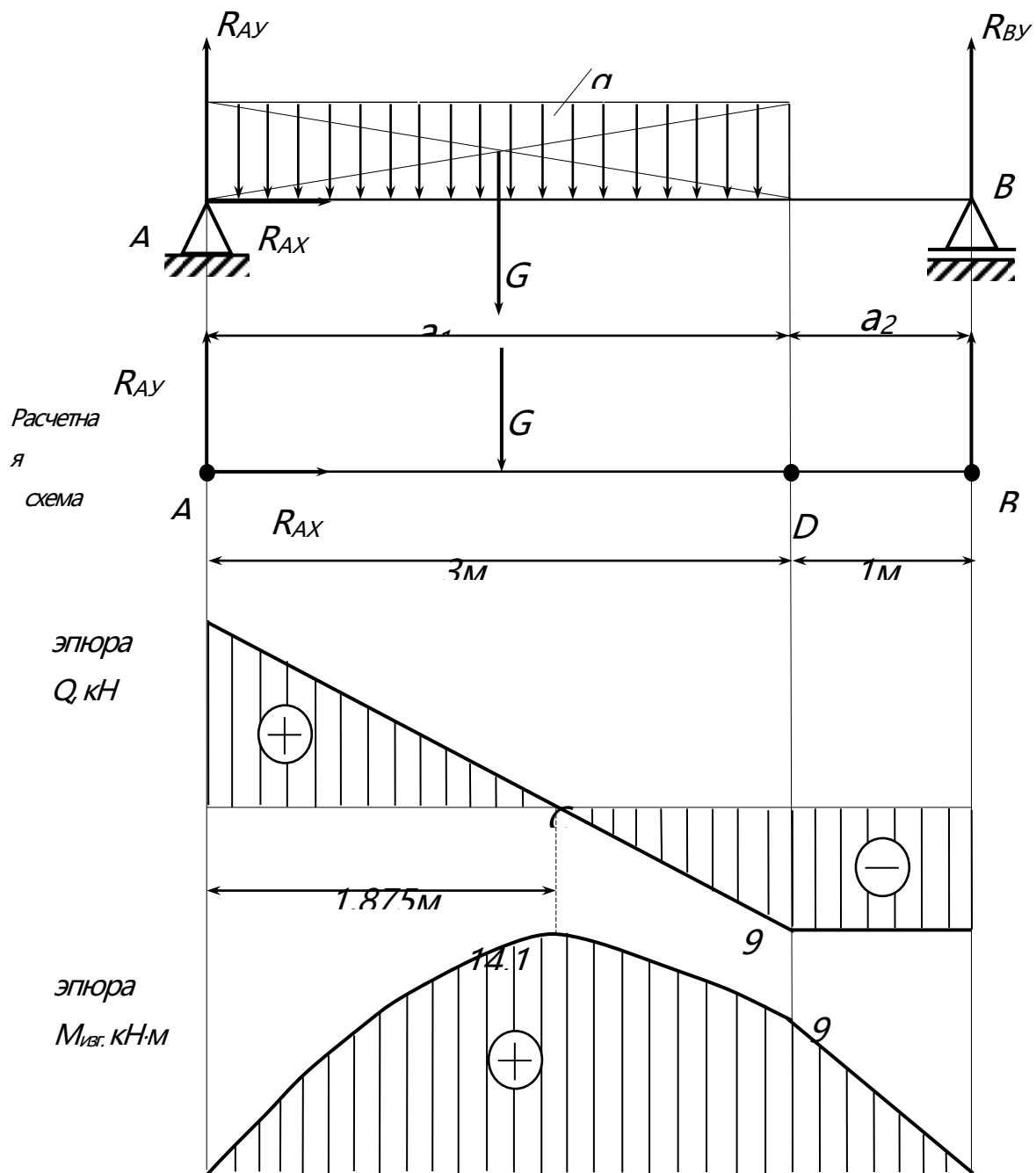
9. Для определения диаметра балки необходимо написать условие проектного расчета балки на изгиб:

$$W_x = \frac{M_{max}}{[\sigma]} = \frac{14,1 \cdot 10^6}{160} = 0,088 \cdot 10^6 \text{ мм}^3$$

10. Зная, что $W_x = \frac{\pi d^3}{32}$, определяем диаметр балки:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W_x}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 0,088 \cdot 10^6}{3,14}} = \sqrt[3]{0,897 \cdot 10^6} = 96,5 \text{ мм}.$$
 Принимаем по ГОСТ $d = 100 \text{ мм}$.

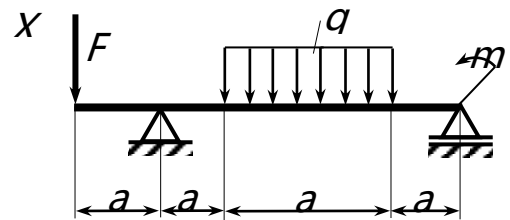
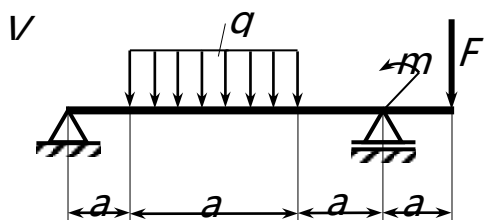
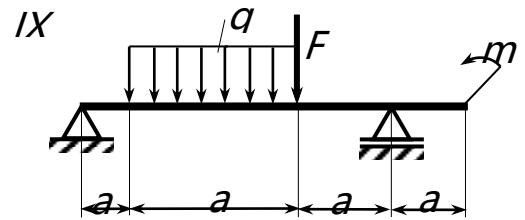
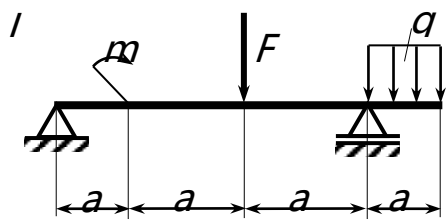
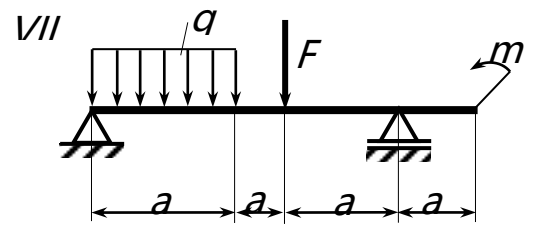
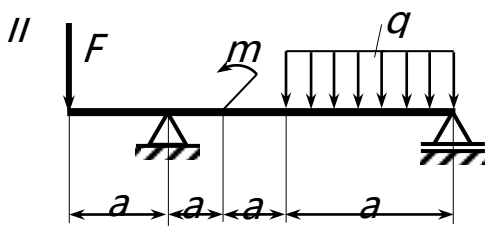
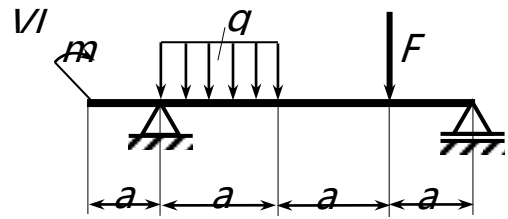
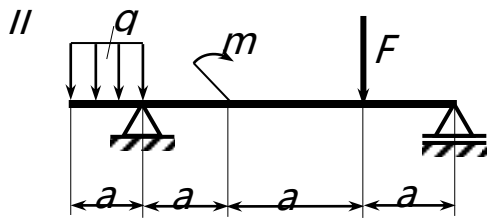
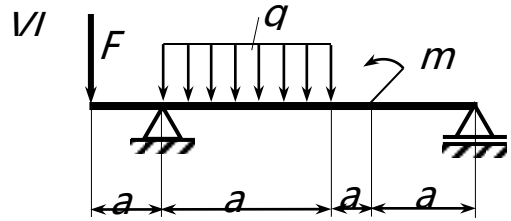
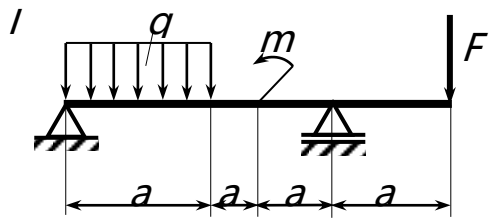
Ответ: $d = 100 \text{ мм}$.



Варианты заданий

Схе- ма	Вар	q , кН	M , кН·м	F , кН	a_1 , м	a_2 , м	a_3 , м	a_4 , м	Схе- ма	Вар	q , кН	M , кН·м	F , кН	a_1 , м	a_2 , м	a_3 , м	a_4 , м
1	01	8	60	40	4,5	1	1	1,5	6	16	25	15	20	2	1	1	1
2	02	12	45	15	2,5	0,5	0,5	5	7	17	50	15	15	2	3	1	2
3	03	25	35	20	2	2	2	2,5	8	18	40	20	25	2	0,5	0,5	1
4	04	12	35	70	2	5	0,5	1	9	19	15	100	50	1	4	1	2
5	05	12	25	40	0,5	5	0,5	2,5	10	20	40	20	30	2,5	1,5	2	1,5
6	06	20	40	40	4,5	1	1	1,5	1	21	12	40	100	4	1	1	2
7	07	25	40	20	1,5	3,5	2	0,5	2	22	40	25	15	1	2	1,5	1,5
8	08	25	40	20	2,5	20	1,5	1	3	23	20	20	10	1	1,5	2	1,5
9	09	10	60	25	0,5	5	0,5	2	4	24	18	10	50	2	1	2	1
10	10	8	50	20	1	1	2	1	5	25	20	40	40	1	2	1	1
1	11	10	100	15	4	1	1	1	6	26	30	100	50	1,5	1,5	2	1
2	12	15	30	20	2	1	2	1	7	27	40	100	20	2,5	3,5	1	1
3	13	50	70	40	1,5	2,5	2	1	8	28	30	10	40	1	2	1	1
4	14	15	50	40	2,5	2	1	1	9	29	40	50	40	1	1	1	1
5	15	15	10	15	1	4	2	1	10	30	20	40	30	1,5	1,5	1	1

Схемы



Практическая работа №11. Расчетно-графическая работа: Кинематический и силовой расчет многоступенчатого привода

1. Задание. Выполнить расчет многоступенчатого привода

Вариант	D ₁ , мм	D ₂ , мм	Z ₁	Z ₂	Z ₃	k	Z _k	D _б , мм	m, кг	V, м/мин
1	180	450	20	30	40	2	60	500	400	15
2	250	550	18	36	50	3	80	500	600	18
3	100	200	17	25	50	2	34	300	500	9
4	90	180	27	22	60	2	45	400	400	12
5	200	400	19	27	38	3	50	400	400	18
6	100	250	21	36	42	3	40	600	600	9
7	140	280	23	28	46	3	50	400	800	6
8	125	250	17	28	34	2	50	200	300	18
9	125	450	18	42	60	2	50	400	500	12
10	80	200	24	48	60	2	48	300	500	18

Прежде чем приступить к выполнению задания, необходимо изучить разделы «Классификация передач. Основные характеристики передач, кинематические и силовые расчёты многоступенчатого привода».

2. Цель задания:

1. Научиться определять передаточное число многоступенчатой передачи.
2. Научиться определять мощность и частоту вращения.

3. Повторение теоретического материала.

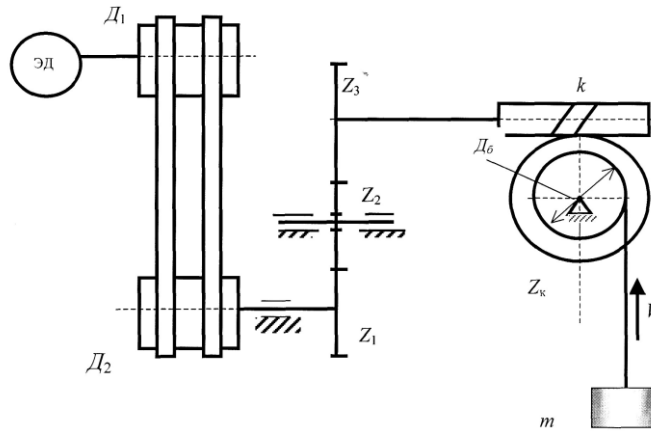
1. Основные требования, предъявляемые к машинам и их деталям.
2. Соединение деталей машин. Неразъемные и разъемные соединения.
3. Детали, обслуживающие вращательное движение. Валы и оси.
4. Передаточные механизмы и их классификация. Передаточное отношение и передаточное число.
5. Мощность на вращательном валу. Понятие о КПД.

4. Методические рекомендации к выполнению.

1. Внимательно прочитать условие задачи, записать, что дано, и что требуется определить.
2. Начертить кинематическую схему.
3. Вычислить передаточное число, угловую скорость $\omega_б$ колеса и частоту вращения барабана $n_б$, частоту вращения электродвигателя, мощность на валу электродвигателя.
4. Написать ответ.
5. Если при выполнении практической работы появились затруднения – это значит, что материал темы не усвоен.

Образец решения.

Дано: Механизм привода лебедки (рис.) состоит из электродвигателя, клиноременной передачи, зубчатой передачи ($Z_1 - Z_2 - Z_3$), червячной передачи и барабана. Подобрать электродвигатель (определить его мощность и частоту вращения), если коэффициенты полезного действия равны: клиноременная передача $\eta_1 = 0,97$; зубчатая передача $\eta_2 = 0,95$; червячная передача $\eta_3 = 0,45$; барабан $\eta_4 = 0,95$; пара подшипников (каждый вал имеет два подшипника качения) $\eta_5 = 0,98$; число заходов червяка $k = 3$; число зубьев червячного колеса $Z_k = 90$; диаметр барабана $D_б = 600$ мм; масса поднимаемого груза $m = 300$ кг; скорость подъема груза $V = 18$ м/мин; диаметры шкивов: $D_1 = 200$ мм, $D_2 = 500$ мм; число зубьев зубчатых колес: $Z_1 = 20$, $Z_2 = 49$; $Z_3 = 40$.



Решение.

1. Общее передаточное число многоступенчатой передачи равно произведению передаточных чисел отдельных пар зубчатых колес, входящих в передачу, т. е.

$$i_{\text{общ}} = \frac{D_2 \cdot Z_2 \cdot Z_3 \cdot Z_k}{D_1 \cdot Z_1 \cdot Z_2 \cdot k}, \quad \text{отсюда} \quad i_{\text{общ}} = \frac{500 \cdot 49 \cdot 40 \cdot 90}{200 \cdot 20 \cdot 49 \cdot 3} = 150.$$

2. Определяем угловую скорость ω_σ колеса и частоту вращения барабана n_σ : $\omega_\sigma = \frac{V}{r_\sigma}$, где V – скорость подъема груза, м/мин; r_σ – радиус барабана, мм.

$$\omega_\sigma = \frac{18 \cdot 1000}{300 \cdot 60} = 1 \text{ с}^{-1}, \quad n_\sigma = \frac{30 \cdot \omega_\sigma}{\pi} = \frac{30 \cdot 1}{3,14} = 9,6 \text{ мин}^{-1}.$$

3. Определяем частоту вращения электродвигателя:

$$n_\sigma = \frac{n_{\text{эл.д.}}}{i_{\text{общ}}}, \quad \text{отсюда} \quad n_{\text{эл.д.}} = n_\sigma \cdot i_{\text{общ}} = 9,6 \cdot 150 = 1440 \text{ мин}^{-1}.$$

4. Определим общий КПД рассматриваемой схемы: $\eta_{\text{общ}} = \eta_1 \cdot \eta_2^2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5$,

где η_1 – КПД клиноременной передачи; η_2^2 – КПД зубчатой передачи; η_3 – КПД червячной передачи; η_4 – КПД барабана; η_5 – КПД подшипников качения.

$$\eta_{\text{общ}} = 0,97 \cdot 0,95^2 \cdot 0,45 \cdot 0,95 \cdot 0,98 = 0,37.$$

5. Определяем крутящий момент на валу барабана: $M_{\text{кр.б}} = G \frac{D_\sigma}{2}$,

где $G = m \cdot g = 300 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 3000 \text{ Н}$ – сила, приложенная к барабану;

D_σ – диаметр барабана, $600 \text{ мм} = 0,6 \text{ м}$; $M_{\text{кр.б}} = (3000 \text{ Н} \cdot 0,6 \text{ м}) / 2 = 900 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

6. Определяем мощность на валу барабана, кВт:

$$N_\sigma = \frac{M_{\text{кр.б}} \cdot \pi \cdot n_\sigma}{30} = \frac{900 \cdot 3,14 \cdot 9,6}{30} = 904,3 \text{ Вт} = 0,9 \text{ кВт}.$$

7. Определяем мощность на валу электродвигателя, кВт: $N_\sigma = N_{\text{эл.д.}} \cdot \eta_{\text{общ}}$,

$$\text{отсюда} \quad N_{\text{эл.д.}} = \frac{N_\sigma}{\eta_{\text{общ}}} = \frac{0,9}{0,37} = 2,43 \text{ кВт}.$$

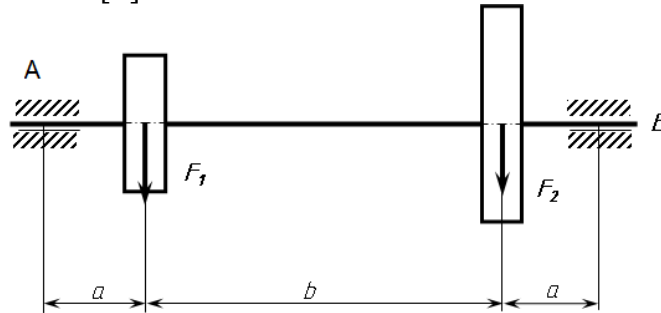
Ответ: 1440 об/мин, 2,43 кВт.

Практическая работа №12. Расчетно-графическая работа: Расчет вала при совместном действии изгиба и кручения

Цель задания

1. Научить студентов применять гипотезы прочности в расчетах по «Сопротивлению материалов».
 2. Уметь определять диаметр вала при совместном действии изгиба и кручения.
- Прежде, чем приступить к выполнению задания, необходимо изучить раздел «Гипотезы прочности. Сочетание основных деформаций – совместное действие изгиба и кручения».

Задание. Определить величину наибольших эквивалентных напряжений, исходя из III и V теорий прочности для вала, нагруженного, как показано на рисунке. Определить диаметр вала, если допускаемое напряжение $[\sigma] = 90 \text{ МПа}$.



Вар	a, м	b, м	F ₁ , кН	F ₂ , кН	P, кВт	ω, рад/с	Вар	a, м	b, м	F ₁ , кН	F ₂ , кН	P, кВт	ω, рад/с
01	0,3	0,4	2	4,0	6,0	50	16	0,2	0,4	3,0	5,0	7,0	60
02	0,2	0,3	2,5	4,5	5,0	52	17	0,3	0,5	5,0	7,0	7,0	55
03	0,1	0,3	0,1	3,0	4,0	55	18	0,2	0,3	3,0	4,0	6,0	60
04	0,2	0,4	2,2	3,5	4,5	48	19	0,1	0,3	2,5	4,5	5,0	60
05	0,3	0,5	2,3	3,5	4,0	50	20	0,2	0,4	3,0	5,0	7,0	60
06	0,1	0,2	2,1	3,0	5,5	48	21	0,3	0,5	6,0	8,0	6,0	65
07	0,1	0,3	2,4	4,5	7,0	58	22	0,2	0,4	2,0	4,0	5,0	55
08	0,3	0,5	3,5	5,0	7,5	70	23	0,3	0,5	2,5	4,0	4,0	60
09	0,2	0,5	3,0	6,0	6,0	60	24	0,2	0,4	3,5	5,5	6,0	70
10	0,1	0,3	3,0	5,0	5,0	50	25	0,3	0,4	4,0	5,0	6,0	55
11	0,2	0,3	4,0	5,0	6,0	60	26	0,2	0,3	4,0	5,5	5,5	60
12	0,3	0,4	2,0	4,0	5,0	40	27	0,1	0,2	3,0	6,0	6,0	50
13	0,2	0,3	2,5	4,5	6,0	52	28	0,3	0,5	4,0	5,0	7,0	60
14	0,3	0,4	3,5	5,0	3,0	45	29	0,3	0,4	3,5	6,0	6,0	55
15	0,2	0,3	4,0	5,0	5,0	50	30	0,2	0,3	4,0	5,0	7,0	60

Повторение изученного материала

1. Что такое сложное напряженное состояние в точке тела?
2. Что называется эквивалентным напряжением?
3. Сколько всего теорий прочности существует и как определить эквивалентное напряжение в каждой из них?
4. Как записывается условие прочности при совместном действии изгиба и кручения?
5. Как определить диаметр вала при совместном действии изгиба и кручения?

Методика выполнения задания

1. Определить опорные реакции вала (для этого составить два уравнения моментов относительно опор - подшипников).
2. Сделать проверку правильности решения – составить уравнение проекций всех сил на ось OY.
3. Определить значение $M_{изг.}$ во всех характерных точках.
4. Построить эпюру $M_{изг.}$.
5. Определить опасное сечение, где $M_{изг.} = M_{max}$
6. Определить крутящий момент, передаваемый валом.

7. Построить эпюру $M_{кр}$.

8. Определить эквивалентные моменты и эквивалентные напряжения по различным теориям прочности.

9. Определить диаметр вала согласно заданной теории прочности.

Пример решения задания

Дано: На валу диаметром $d = 60$ мм насажены два зубчатых колеса. Давления зубчатых колес на вал направлены вертикально вниз и равны $F_1 = 5 \text{ кН}$ и $F_2 = 2 \text{ кН}$. Расстояния $a = 0,3 \text{ м}$, $b = 0,7 \text{ м}$. От одного колеса к другому передается мощность $P = 7 \text{ кВт}$ при угловой скорости вращения $\omega = 8,4 \text{ рад/с}$.

Определить величину наибольших эквивалентных напряжений, исходя из III и V теорий прочности, диаметр вала. Допускаемое напряжение $[\sigma] = 90 \text{ МПа}$. Рекомендация: кН и кВт перевести в Н и Вт

Решение

1. Определим опорные реакции:

$$\Sigma M_A (F_i) = 0; -F_1 \cdot a - F_2 \cdot (a+b) + R_{By} \cdot (2a+b) = 0; R_{By} = \frac{F_1 \cdot a + F_2 \cdot (a+b)}{2a+b} = \frac{5000 \cdot 0,3 + 2000 \cdot 0,7}{2 \cdot 0,3 + 0,4} = 2900 \text{ Н};$$

$$\Sigma M_B (F_i) = 0; -R_{Ay} \cdot (2a+b) + F_1 \cdot (a+b) + F_2 \cdot a = 0; R_{Ay} = \frac{F_2 \cdot a + F_1 \cdot (a+b)}{2a+b} = \frac{2000 \cdot 0,3 + 5000 \cdot 0,7}{2 \cdot 0,3 + 0,4} = 4100 \text{ Н};$$

Проверка: $\Sigma F_{iy} = 0$; $R_{Ay} - F_1 - F_2 + R_{By} = 4100 - 5000 - 2000 + 2900 = 0$; следовательно, опорные реакции найдены правильно.

2. Построим эпюру $M_{изг.}$, для чего определим изгибающие моменты во всех характерных точках:

(·) А; $M_{изг.} = 0$.

(·) 1; $M_{изг.} = R_{Ay} \cdot a = 4100 \cdot 0,3 = 1230 \text{ Н} \cdot \text{м}$

(·) 2; $M_{изг.} = R_{Ay} \cdot (a+b) - F_1 \cdot b = 4100 \cdot 0,7 - 5000 \cdot 0,4 = 870 \text{ Н} \cdot \text{м}$

(·) В; $M_{изг.} = 0$.

Максимальный изгибающий момент будет в точке 1, т.е. $M_{max} = 1230 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

3. Находим крутящий момент, передаваемый валом:

$$M_{кр} = \frac{P}{\omega} = \frac{7000}{8,4} = 835 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

4. По третьей теории прочности: $M_{эквIII} = \sqrt{M_{изг.}^2 + M_{кр}^2} = \sqrt{1230^2 + 835^2} = 1490 \text{ Н} \cdot \text{м};$

Эквивалентное напряжение по III теории прочности определяется:

$$\sigma_{эквIII} = \frac{M_{эквIII}}{W_x}, \text{ где } W_x - \text{осевой момент сопротивления сечения};$$

$$W_x = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 0,06^3}{32} = 21,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Следовательно: $\sigma_{эквIII} = \frac{1490}{21,2 \cdot 10^{-6}} = 70,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 70,3 \text{ МПа}.$

5. Эквивалентный момент по V теории прочности:

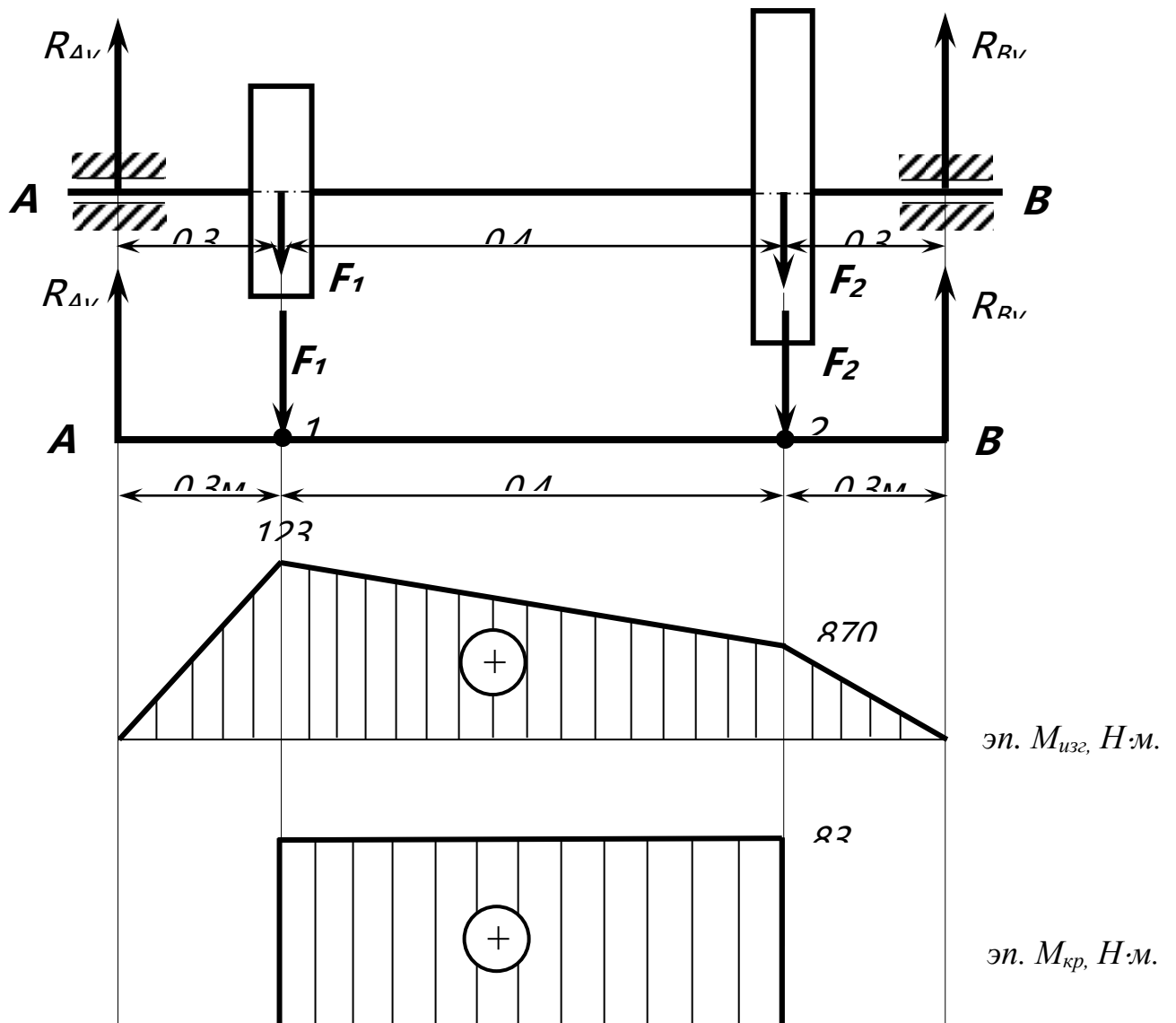
$$M_{эквV} = \sqrt{M_{изг.}^2 + 0,75 \cdot M_{кр}^2} = \sqrt{1230^2 + 0,75 \cdot 835^2} = 1430 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

6. Диаметр вала $d = \sqrt[3]{\frac{M_{эквIII}}{0,1 \cdot [\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{1490 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 90}} \approx 129 \text{ мм}.$

Округляем до ближайшего большего стандартного значения по ГОСТ 6636-69: 22; 24; 25; 26; 28; 30; 32; 34; 36; 38; 40; 42; 45; 48; 50; 53; 56; 60; 63; 67; 71; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 105; 110; 120; 125; 130; 140; 150...мм.

Принимаем $d = 130 \text{ мм}.$

Ответ: $M_{экв III} = 1490 \text{ Н} \cdot \text{м}; \sigma_{экв III} = 70,3 \text{ МПа}; M_{экв V} = 1430 \text{ Н} \cdot \text{м}; d = 130 \text{ мм}.$



2.3. Самостоятельные (внеаудиторные) работы:

Раздел	Тема	Внеаудиторная самостоятельная работа
Раздел 2. Сопротивление материалов	Тема 2.6. Изгиб	Расчетно-графическая работа: Устойчивость сжатых стержней
Раздел 3. Детали машин	Тема 3.4. Зубчатые и цепные передачи	Цепные передачи. Основные параметры, кинематика и геометрия, силы в ветвях цепи. Расчёт передачи
	Тема 3.7. Соединения деталей машин	Составление классификационной таблицы. Разъемные соединения: резьбовые, шпоночные, шлицевые, клиновые, штифтовые и профильные. Неразъемные соединения: клёпаные, сварные, клееные и паяные.

Расчетно-графическая работа: Устойчивость сжатых стержней

Цель задания

1. Научить определять критическую силу и критическое напряжение по формуле Эйлера для сжатой стойки.
2. Знать пределы применимости формулы Эйлера.
3. Уметь применять формулу Ясинского для определения критического напряжения.

Прежде, чем приступить к выполнению задания, необходимо изучить раздел «Устойчивость сжатых стержней».

Повторение теоретического материала

1. Что называется продольным изгибом?
2. Что такое критическая сила, и по какой формуле она определяется?
3. Как влияют способы закрепления концов на значение критической силы?
4. Пределы применимости формулы Эйлера.
5. Формула Ясинского для определения критического напряжения и понятие стержня большой, средней и малой гибкости.

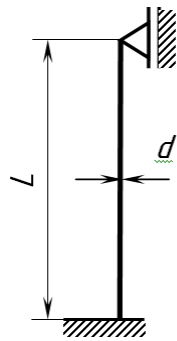
Методика выполнения задания

1. Определить момент инерции сжатой стойки.
2. Определить площадь поперечного сечения сжатой стойки.
3. Определить радиус инерции сечения.
4. Определить гибкость стойки λ .
5. Определить предельную гибкость $\lambda_{\text{пред}}$. (если $\lambda > \lambda_{\text{пред}}$, то $F_{\text{кр}}$ вычисляется по формуле Эйлера, если $\lambda < \lambda_{\text{пред}}$, то $F_{\text{кр}}$ вычисляется по формуле Ясинского).
6. Определить критическое напряжение.
7. Определить допускаемое значение сжимающей силы.
8. Определить допускаемое напряжение.

Пример решения задания

Дано: стойка длиной $L = 4\text{м}$, круглого поперечного сечения диаметром $d = 60\text{мм}$. Нижний конец стойки жестко закреплен, верхний – шарнирно опёрт. Материал стойки – сталь 3. Требуемый коэффициент запаса устойчивости $[S_y] = 2,5$. Модуль продольной упругости $E = 2 \cdot 10^5 \text{МПа}$.

Определить: величину критической силы, критического напряжения, допускаемой сжимающей силы и допускаемого напряжения $[\sigma_y]$.



Дано: $d = 60\text{мм}$, $l = 4\text{м}$, $\mu = 0,7$

Определить: $F_{кр}$, $\sigma_{кр}$, $[F_y]$, $[\sigma_y]$

Решение

1. Момент инерции сжатой стойки круглого поперечного сечения:

$$I_{min} = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 60^4}{64} = 63,59 \cdot 10^4 \text{мм}^4 = 63,59 \cdot 10^{-8} \text{м}^4.$$

2. Площадь поперечного сечения: $A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 60^2}{4} = 2826 \text{мм}^2$.

3. Радиус инерции сечения: $i = \frac{d}{4} = \frac{60}{4} = 15 \text{мм} = 0,015 \text{м}$.

4. Гибкость стойки: $\lambda = \frac{\mu \cdot L}{i} = \frac{0,7 \cdot 4}{0,015} = 186,7$.

5. Для стали 3 предельная гибкость составляет 100. Так как расчетная гибкость больше предельной ($\lambda > \lambda_{пред.}$), то определяем критическую силу по формуле Эйлера:

$$F_{кр} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{min}}{(\mu L)^2} = \frac{3,14^2 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 63,59 \cdot 10^{-8}}{0,7^2 \cdot 4^2} = 159,9 \cdot 10^3 \text{Н} \approx 160 \cdot 10^3 \text{Н}.$$

6. Критическое напряжение:

$$\sigma_{кр} = \frac{F_{кр}}{A} = \frac{160 \cdot 10^3}{2826} = 56,6 \text{МПа}.$$

7. Допускаемое значение сжимающей силы:

$$[F_y] = \frac{F_{кр}}{[S_y]} = \frac{160 \cdot 10^3}{2,5} = 64 \cdot 10^3 \text{Н} = 64 \text{кН}.$$

8. Допускаемое напряжение:

$$[\sigma_y] = \frac{\sigma_{кр}}{[S_y]} = \frac{56,6}{2,5} = 22,64 \text{МПа}.$$

Ответ: $F_{кр} = 160 \text{кН}$, $\sigma_{кр} = 56,6 \text{МПа}$, $[F_y] = 64 \text{кН}$, $[\sigma_y] = 22,64 \text{МПа}$.

Задание. Определить величину критической силы, критического напряжения, допускаемой сжимающей силы и допускаемого напряжения для стойки круглого поперечного сечения из стали 3. Данные своего варианта принять из таблицы.

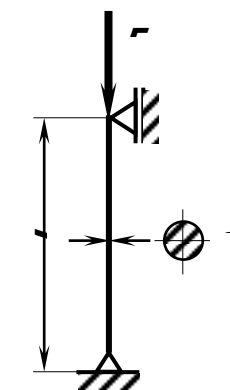


Схема.1

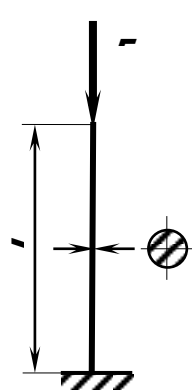


Схема.2

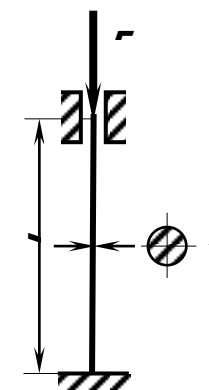


Схема.3

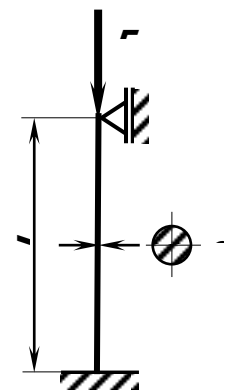


Схема.4

Вариант	Схема	l , м	d , мм	$[S_y]$	μ	Вариант	Рисунок	l , м	d , мм	$[S_y]$	μ
01	1	4,0	60	2,5	1,0	16	4	4,6	64	2,4	0,7
02	2	3,8	62	2,5	2,0	17	1	4,0	62	2,3	1,0
03	3	4,2	58	2,4	0,5	18	2	4,6	64	2,4	2
04	4	4,5	65	2,6	0,7	19	3	4,2	62	2,5	0,5
05	1	4,1	64	2,6	1,0	20	4	4,4	64	2,4	0,7
06	2	4,4	68	2,3	2,0	21	1	5,0	66	2,5	1,0
07	3	4,5	66	2,2	0,5	22	2	5,2	68	2,6	2,0
08	4	4,2	60	2,3	0,7	23	3	5,4	70	2,4	0,5
09	1	3,8	62	2,2	1,0	24	4	5,5	64	2,5	0,7
10	2	4,4	64	2,5	2,0	25	1	5,0	60	2,4	1,0
11	3	4,8	70	2,5	0,5	26	2	4,8	58	2,5	2,0
12	4	5,0	70	2,4	0,7	27	3	5,0	60	2,2	0,5
13	1	5,2	68	2,6	1,0	28	4	5,4	66	2,3	0,7
14	2	5,2	60	2,4	2,0	29	1	5,2	62	2,3	1,0
15	3	4,8	62	2,2	0,5	30	2	5,4	66	2,5	2,0

Цепные передачи. Основные параметры, кинематика и геометрия, силы в ветвях цепи. Расчёт передачи

1. Цель работы: Знать типы цепей и звездочек, их сравнительную оценку, обозначение цепей по стандарту, кинематику и геометрические параметры цепных передач. Уметь подобрать тип цепной передачи по соответствующей таблице. Знать обозначения, физический смысл коэффициентов, используемых при расчете на износостойкость шарниров цепи.

2. Оборудование и материалы: интернет-ресурсы, учебники.

3. Задание. Выполнить конспект по теме «Цепные передачи». Познакомиться со стандартами и расшифровать обозначение заданной цепи. Перечислить достоинства и недостатки цепных передач.

4. Пояснения к работе. Краткие теоретические сведения.

Цепная передача – передача зацеплением гибкой связью (рис. 1).

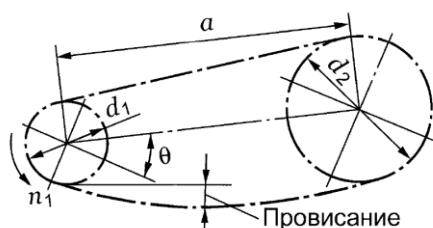


Рис. 1

Классификация цепных передач

Цепи бывают *однорядными* и *многорядными*. Применяются втулочные, роликовые (рис. 2, *a*) и зубчатые (рис. 2, *б*) цепные передачи. В роликовых цепях контакт цепи со звездочкой осуществляется через ролик, долговечность цепи возрастает, но возрастает масса и стоимость цепи.

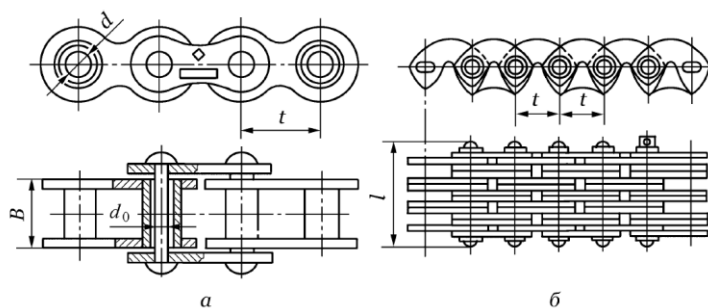


Рис. 2

Зубчатые цепи набирают из пластин. В конструкцию входит направляющая пластина, предотвращающая сползание цепи со звездочки. Зубчатые цепи работают более плавно, обеспечивают большую кинематическую точность, могут передавать большую мощность, имеют больший КПД, но их масса и стоимость значительно выше.

Основные геометрические параметры цепных передач

Основной геометрический параметр передачи — шаг цепи t (см. рис. 2).

Рекомендуемое межцентровое расстояние $a = (30...50)t$.

Число зубьев малой звездочки: $z_1 = 29 - 2u$, где u — передаточное число, $u = z_2/z_1$.

Число зубьев большой звездочки: $z_2 = z_1u$.

Здесь передаточное отношение нельзя определять как отношение диаметров делительных окружностей звездочек.

Особенности рабочего процесса

Цепь состоит из отдельных жестких элементов, располагающихся на звездочке по многограннику. С этим связаны динамические нагрузки и повышенный износ шарниров цепи. Основным критерием работоспособности является *износостойкость шарниров цепи*. Для закрытых передач, работающих с хорошей смазкой, критерием работоспособности считают *сопротивление усталости элементов цепи*. По этим соображениям большинство цепей и звездочек изготавливают из углеродистых или легированных сталей с последующей термообработкой (улучшение, закалка). Детали шарниров цепей цементируют, что повышает их износостойкость.

Силы в цепной передаче

В цепной передаче ведущая и ведомая ветви натянуты по-разному.

Натяжение ведущей ветви работающей передачи

$$F_1 = F_t + F_0 + F_v,$$

где F_t — окружная сила, передаваемая цепью;

F_0 — предварительное натяжение от провисания ведомой ветви цепи;

F_v — натяжение от центробежных сил.

Предварительное натяжение незначительное и составляет несколько процентов от F_t ; в тихоходных передачах можно пренебречь и натяжением от центробежных сил.

Допускаемое среднее давление в шарнире, гарантирующее нормальную работу в течение принятого срока службы, определяется по следующей таблице.

ω , рад/с	[p], МПа при шаге цепи t, мм			
	12,7...25,4	19,05...25,4	31,75...38,1	44,45...50,8
5,2	34,3	34,3	34,3	34,3
21	30,9	29,4	28,1	25,7
42	28,1	25,7	23,7	20,6
63	25,7	22,9	20,6	17,2
84	23,7	20,6	18,1	14,7
105	22,0	18,6	16,3	—
126	20,6	17,2	14,7	—
167	18,1	14,7	—	—

Обозначение роликовых цепей: первая цифра — число рядов; вторая цифра — шаг, мм; третья — разрушающая нагрузка, пропорциональная 10 Н; четвертая — исполнение по ширине.

Например, ПР-12,7-1820-1: приводная роликовая цепь, однорядная, шаг 12,7 мм, разрушающая нагрузка 18200 Н, первое исполнение по ширине.

Примерный порядок расчета цепной передачи

Расчет цепных передач с втулочными и роликовыми цепями заключается в проверке износостойкости звеньев цепи.

Определяется число зубьев меньшей звездочки $z_{1\min}$ по формуле $z_{1\min} = 29 - 2u$.

Полученную величину округляют до целого числа.

$u = z_2/z_1$, следовательно, $z_2 = uz_1$. Округлив полученное число зубьев ведомого колеса, уточняем передаточное число передачи.

Минимальный диаметр делительной окружности меньшей звездочки можно определить по формуле

$$F_t = \frac{2T}{d_1}; \quad d_1 = \frac{t}{\sin(180^\circ/z_1)}, \quad \text{где } t \text{ — шаг цепи.}$$

Шаг цепи t можно предварительно определить по передаваемой мощности P , кВт, и частоте вращения ведущей звездочки n_1 . Для выбранной предварительно цепи определяем допускаемое удельное давление в шарнире.

По справочнику для выбранной цепи определяем площадь проекции опорной поверхности шарнира $A = d_0B$, где d_0 — диаметр оси, B — длина втулки (см. рис. 2).

Проверяем выбранную цепь на износостойкость:

$$P_{\text{ц}} = F_t K_3 / A \leq [P_{\text{ц}}].$$

$F_t = 2T_1/d_1$ — окружная сила;

$T_1 = P_1/\omega_1$ — вращающий момент на входе.

K_3 — коэффициент эксплуатации, зависящий от положения передачи в пространстве, способа смазывания, режима нагрузки, динамичности нагрузки, способа регулирования передачи. При равномерной нагрузке, односменной работе, горизонтальном расположении цепи, регулировке смещением одной из звездочек, при капельной смазке $K_3 = 1$.

По таблице определяем допускаемое среднее давление в шарнире цепи.

Геометрические параметры роликовых цепей (выборка)

Приводные роликовые цепи	Диаметр ролика d_p , мм	Диаметр оси ролика, d_0 , мм	Длина втулки цепи, B , мм
ПР-9,525-9100	6,36	3,28	5,72
ПР-12,7-10000-1	7,75	3,66	5,80
ПР-12,7-9000-2	7,75	3,66	5,80
ПР-15,875-23000-1	10,16	5,08	10,11
ПР-19,05-31800	11,91	5,94	17,75
ПР-25,4-60000	15,88	7,92	22,61
ПР-31,75-89000	19,05	9,53	46
ПР-38,1-127000	22,23	11,10	35,46
ПР-44,45-172400	25,40	12,70	37,19

5. Порядок выполнения работы.

5.1. Ременная передача

При составлении конспекта ответить на следующие вопросы:

- классификация ременных передач;
- геометрия, достоинства и области применения клиноременных передач, обозначение клиновых ремней;
- силы натяжения в ремне;
- напряжения в ремне;
- расчет ремня по тяговой способности.

5.2. Цепная передача

При составлении конспекта ответить на следующие вопросы:

- классификация цепных передач;

- геометрические и кинематические параметры (передаточное отношение, межцентровое расстояние, шаг цепи);
- силы в цепной передаче;
- критерии работоспособности ;
- примерный порядок расчета цепи;
- оценка цепных передач;
- обозначение роликовых цепей.

6. Задание для студентов.

6.1. Составить конспекты тем, ответив на перечисленные вопросы. Записать примерный порядок расчетов цепной передачи. Привести сравнительную оценку ременных и цепных передач. Расшифровать обозначения роликовой цепи по заданию.

6.2. Расшифровать заданную цепь и проверить ее на износостойкость.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мощность, Р, кВт	1,25	1,25	3,5	10,5	25,5	49,0	89	95	100	125
Скорость, ω , рад/с	40	40	40	60	60	60	80	80	80	80
Передаточное число	2	2	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	2,5	2,5
Приводная цепь	ПР-12,7-9000	ПР-12,7-10000	ПР-15,875-23000	ПР-19,07-31800	ПР-25,4-60000	ПР-31,75-89000	ПР-38,1-127000	ПР-44,45-172400	ПР-50,8-227000	ПР-50,8-227000

2.4. Тестирование

Тестовые задания по дисциплине «Механика» предназначены для оперативной проверки знаний обучающихся. По основным темам предлагается по пять вариантов заданий. Каждый вариант содержит пять вопросов (как теоретических, так и расчетных), расположенных по мере возрастания сложности задания.

Поскольку при изучении курса механики наибольшую трудность представляет решение задач, большинство заданий сформулировано именно в виде задач, причем наиболее сложные из них разделены на несколько логических этапов, не требующих для решения сложных расчетов. Такой подход к подаче материала позволяет привить обучающимся навыки самостоятельного анализа задач и активизирует мышление.

Литература:

1. Олофинская В.П. Техническая механика: Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий: Учебное пособие. – М.: Форум: ИНФРА-М. 2018.
2. Олофинская В.П. Техническая механика: Сборник тестовых заданий. – М.: Форум-Инфра-М, 2018.
3. Олофинская В.П. Детали машин: Краткий курс и тестовые задания: Учебное пособие. – М.: Форум. 2018.

3. Контрольно-оценочные средства промежуточной аттестации

3.1. Дифференцированный зачет

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

«РОСТОВСКИЙ-НА-ДОНУ КОЛЛЕДЖ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА»

КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Промежуточная аттестация

в форме ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ЗАЧЕТА за 3 семестр

<i>по дисциплине</i>	ОП.02	Механика
<i>специальности</i>	26.02.03	Судовождение
<i>/профессии</i>		

Составил:

Преподаватель

Е.В.Павлова, категория высшая

г. Ростов-на-Дону
2019 г.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УР

А.А. Анпилогов

« ____ » _____ 20__ г.

Рассмотрено на заседании цикловой
комиссии судоводительских
дисциплин

и рекомендовано к применению
председатель ЦК

С.В.Малков

Протокол № _____

от « ____ » _____ 20__ г

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ЗАЧЕТ

(форма аттестации)

Краткое описание данной формы

Данная форма аттестации проводится за 3 семестры изучения в виде дифференцированного зачета по разделам «Теоретическая механика», «Соппротивление материалов», «Детали машин», «Общие законы статики и динамики жидкостей и газов. Основные законы термодинамики» и охватывает все темы дисциплины «Механика». Оценки за зачет выставляются студенту с учетом информации о результатах текущего контроля, посещаемости занятий, выполнения практических, самостоятельных работ.

Перечень проверяемых знаний и умений

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен

уметь:

- анализировать условия работы деталей машин и механизмов;
- оценивать их работоспособность;
- выполнять проверочные расчеты по сопротивлению материалов и деталям машин.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен

знать:

- общие законы статики и динамики жидкостей и газов;
- основные понятия, законы и модели механики, кинематики, классификацию механизмов, узлов и деталей, критерии работоспособности и влияющие факторы, динамику преобразования энергии в механическую работу;
- анализ функциональных возможностей механизмов и области их применения.

Перечень проверяемых компетенций

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать **общими компетенциями**, включающими в себя способность:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ОК 10. Владеть письменной и устной коммуникацией на государственном и (или) иностранном (английском) языке.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать **профессиональными компетенциями**, соответствующими видам деятельности:

- Управление и эксплуатация судна.

ПК 1.2. Маневрировать и управлять судном.

ПК 1.3. Обеспечивать использование и техническую эксплуатацию технических средств судовождения и судовых систем связи.

Перечень вопросов к дифференцированному зачету

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

1. Аксиомы статики. Свойства сил.
2. Связи, реакции связей.
3. Плоская система сходящихся сил.
4. Пара сил.
5. Плоская система произвольно расположенных сил.
6. Балочные системы. Нагрузки. Опоры.
7. Трение скольжения.
8. Трение качения.
9. Пространственная система сил.
10. Центр тяжести.
11. Виды движения точки, в зависимости от ускорения.
12. Равнопеременное движение, кинематические графики.
13. Поступательное движение твердого тела.
14. Вращательное движение твердого тела.
15. Сложное движение точки.
16. Плоскопараллельное движение тела.
17. Аксиомы динамики, метод кинетостатики.
18. Силы инерции в зависимости от видов движения.
19. Работа.
20. Мощность.
21. Кинетическая энергия, теорема об изменении кинетической энергии.

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

1. Метод сечений, внутренние силовые факторы.
2. Механическое напряжение.
3. Эпюры продольных сил и нормальных напряжений.
4. Закон Гука. Продольные и поперечные деформации.
5. Механические испытания материалов.
6. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении.
7. Температурные и монтажные напряжения.
8. Эпюры крутящих моментов и касательных напряжений при кручении.
9. Расчеты на прочность и жесткость при кручении.
10. Геометрические характеристики плоских сечений.
11. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов при прямом изгибе.
12. Расчеты на прочность и жесткость при прямом изгибе.
13. Гипотезы прочности. Эквивалентные напряжения.
14. Расчеты валов по гипотезам прочности.
15. Циклы напряжений. Предел выносливости.
16. Расчеты на прочность при переменных нагрузках.
17. Устойчивость сжатых стержней.
18. Устойчивость. Гибкость.
19. Задачи динамики в сопротивлении материалов.

ДЕТАЛИ МАШИН

1. Основные определения курса «Детали машин».
2. Механические передачи, классификация, основные параметры.

3. Фрикционные передачи, классификация, основные характеристики.
4. Зубчатые передачи, классификация, основные характеристики.
5. Зубчатые передачи, геометрия зацепления.
6. Зубчатые передачи, динамика работы.
7. Зубчатые передачи, кинематика работы.
8. Прочностные расчеты зубчатых передач.
9. Передача винт-гайка, классификация, основные характеристики.
10. Расчеты передачи винт-гайка.
11. Планетарные и волновые передачи, классификация, характеристики.
12. Червячные передачи, классификация, основные характеристики.
13. Червячные передачи, геометрия зацепления.
14. Червячные передачи, динамика работы.
15. Расчеты на прочность червячных передач.
16. Червячные передачи, тепловой расчет.
17. Ременные передачи классификация, основные характеристики.
18. Ременные передачи, динамика работы.
19. Цепные передачи, классификация, основные характеристики.
20. Цепные передачи, динамика работы.
21. Валы, оси, классификация.
22. Валы, оси, расчеты на прочность и жесткость.
23. Шпоночные соединения, конструкции, характеристики.
24. Расчеты шпоночных соединений.
25. Шлицевые соединения, конструкции, характеристики.
26. Расчеты шлицевых соединений.
27. Подшипники скольжения, классификация, характеристики.
28. Расчеты подшипников скольжения.
29. Подшипники качения, классификация, характеристики.
30. Расчеты подшипников качения.
31. Муфты, классификация, характеристики.
32. Расчеты фрикционных сцепных и предохранительных муфт.
33. Сварные соединения, классификация, характеристики.
34. Расчет сварных соединений.
35. Посадки с гарантированным натягом.
36. Резьбовые соединения, классификация, характеристики.
37. Расчеты резьбовых соединений.

ОБЩИЕ ЗАКОНЫ СТАТИКИ И ДИНАМИКИ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ТЕРМОДИНАМИКИ

1. Сформулируйте определение жидкости.
2. Назовите основные физические свойства жидкости.
3. Сформулируйте физический смысл вязкости?
4. Назовите физический смысл объемного модуля упругости?
5. Назовите виды вязкости жидкости?
6. Определите, как изменяется коэффициент β_t с увеличением давления?
7. Назовите, в чем измеряются основные физические свойства жидкости?
8. Назовите определение гидростатического давления?
9. Назовите свойства, которыми обладает гидростатическое давление.
10. Напишите вывод основного уравнения гидростатики.
11. Расскажите сущность закона Паскаля.
12. Сформулируйте закон Архимеда.
13. Назовите известные вам виды давлений?
14. Назовите, что является живым сечением потока, покажите на рисунке?
15. Расскажите, что является смоченным периметром сечения?

16. Охарактеризуйте напорное и безнапорное течение жидкости.
17. Напишите уравнение неразрывности потока.
18. Напишите уравнение Бернулли для реальной и идеальной жидкости. Объясните в чем их отличие?
19. Расскажите, какие есть случаи движения жидкости, и с помощью какого критерия они определяются?
20. Что такое молярная масса?
21. Что такое параметры состояния?
22. Назовите основные параметры состояния.
23. Как называется единица давления в СИ?
24. Назовите способы измерения давления газообразного вещества.
25. Что называется разрежением?
26. С какой целью в термодинамику введено понятие об идеальном газе?
27. Какими важными свойствами обладает молярный объем любого идеального газа?
28. Почему молярная газовая постоянная называется также универсальной газовой постоянной?
29. Чем отличаются газовые смеси от химических соединений?
30. Что такое парциальное давление газа в смеси?
31. Что называется приведенным объемом газа в смеси?
32. Что такое массовая доля газа в смеси?
33. Что такое молярная доля газа в смеси?
34. От каких параметров зависит значение теплоемкости паров и идеальных газов?
35. Как определить молярную теплоемкость газа по удельной теплоемкости?
36. По какой формуле можно найти связь между удельной и молярной теплоемкостями?
37. Как определяют среднюю теплоемкость с помощью графиков и таблиц?
38. Во сколько раз молярная теплоемкость углекислого газа больше его удельной теплоемкости?
39. Как формулируется и математически выражается закон эквивалентности между теплотой и работой?
40. Как формулируется и математически выражается первое начало термодинамики?
41. Что такое вечный двигатель первого рода?
42. Почему в термодинамических расчетах вычисляют изменение внутренней энергии рабочего тела, а не абсолютное значение ее?
43. По какому из параметров состояния можно судить, осталась ли внутренняя энергия идеального газа в данном процессе постоянной или изменилась?
44. Почему работа изменения объема, как и работа изменения давления, не может считаться параметром состояния?
45. Почему в идеальных газах внутренняя потенциальная энергия принимается равной нулю?
46. Какие процессы называются обратимыми?
47. Чем вызывается необратимость действительных процессов?
48. Почему неравновесные процессы не могут быть обратимыми?
49. Какой вид имеет уравнение первого начала термодинамики для изохорного процесса?
50. Как изменяется температура газа при изобарном расширении?
51. Какой вид имеет уравнение первого начала термодинамики для изотермического процесса?
52. Какие реально осуществляемые процессы могут приближенно считаться адиабатными?
53. Какие циклы называются прямыми и какие обратимыми?
54. Как на pV -диаграмме графически определяется удельная работа прямого цикла?
55. Для каких целей применяют обратные циклы?
56. Что характеризует термический КПД прямого цикла?
57. Почему термический КПД прямого цикла не может быть равен единице?
58. Какое значение имеет прямой цикл Карно в термодинамике?
59. В чем сущность второго начала термодинамики?
60. Как показать, что в результате совершения кругового процесса энтропия рабочего тела не изменится?
61. Почему при совершении круговых процессов энтропия теплоотдатчика уменьшается, а теплоприемника увеличивается?

62. В чем состоит основное свойство Ts - диаграммы?

63. Как доказать, что на Ts - диаграмме изохора располагается круче изобары?

Критерии оценивания

- оценка «отлично» ставится в том случае, если ответ логически структурирован, содержит полное раскрытие содержания теоретического вопроса с рассмотрением различных определений и методических подходов, встречающихся в литературе по данному предмету;

- оценка «хорошо» ставится в том случае, если ответ студента содержит недостаточно полное раскрытие теоретического вопроса;

- оценка «удовлетворительно» ставится в том случае, если ответ содержит поверхностное изложение сути теоретического вопроса;

- оценка «неудовлетворительно» ставится в том случае, если студент не может дать ответ на теоретический вопрос. Оценка «неудовлетворительно» ставится и в том случае, если студент отказался отвечать на поставленные вопросы.

Эталоны ответов

- 1 Вереина Л.И., Краснов М.М. Техническая механика: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2018.
- 2 Исаев Ю.М., Корнев В.П. Гидравлика и гидропневмопривод: Учебник. – М.: Издательский центр «Академия», 2017.
- 3 Кузовлев В.А. Техническая термодинамика и основы теплопередачи. - М.: Высшая школа. 2016.

Анализ результатов

Кол-во студентов по списку	№ группы							
	Отметки				Успеваемость		Качество	
	«5»	«4»	«3»	«2»	чел	%	чел	%