Задание №1

Тема: «Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии»

Условие задания: построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений по длине бруса (рис. 1). Определить перемещение свободного конца бруса. Двухступенчатый стальной брус нагружен силами 𝐹1, 𝐹2 и 𝐹3. Площади поперечных сечений 𝐴1, 𝐴2.

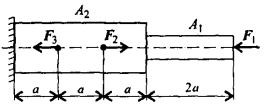


Рисунок 1 - Схема для выполнения задания №1

Таблица 1 – Исходные данные для задания №1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 𝐹1, kH | 𝐹2, kH | 𝐹3, kH | 𝐴1, см2 | 𝐴2, см2 | a, м |
| 16 | 25 | 28 | 1,2 | 2,8 | 0,6 |

Задание №2

Тема: «Геометрические характеристики плоских сечений»

Условие задания: вычислить главные центральные моменты инерции сечений, представленных на схемах рисунка 2. При расчетах воспользоваться данными таблицы 2.

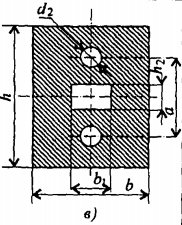


Рисунок 2- Схема для выполнения задания №2

Таблица 2 – Исходные данные для задания №2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| d2, мм | h, мм | b, мм | a, мм | h2, мм | b1, мм |
| 10 | 98 | 60 | 58 | 6 | 48 |

Задание №3

Тема: «Расчеты на прочность и жесткость при кручении»

Условие задания: для стального вала круглого поперечного сечения определить значение внешних моментов, соответствующих передаваемым мощностям, и уравновешенный момент.

Построить эпюру крутящих моментов по длине вала.

Определить диаметр вала по сечениям из расчета на прочность и жесткость. Полученный больший результат округлить до ближайшего четного или оканчивающегося на 5 числа. При расчетах воспользоваться данными табл. 3.

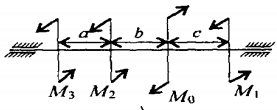


Рисунок 3 – Схема для выполнения задания №3

Таблица 3 – Исходные данные для задания №3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| , кВт | , кВт | , кВт | a=b=c, м | , | , МПа | , | G, МПа | c |
| 2,5 | 3,0 | 3,5 | 1,5 | 25 | 30 | 0,02 | 8· | 0,9 |

Задание №4

Тема: «Расчеты на прочность и жесткость при изгибе»

Задание №4.1

Условие задания: для одноопорной балки, нагруженной сосредоточенными силами и парой сил с моментом m, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.

Найти максимальный изгибающий момент и из условия прочности подобрать поперечное сечение для балки в виде двутавра и прямоугольника с соотношением сторон h = 2b.

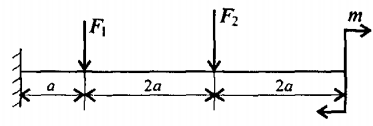


Рисунок 4 – Схема для выполнения задания №4.1

Таблица 4 – Исходные данные для задания №4.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| F1, кН | F2, кН | m, кН·м | a, м |  |
| 18 | 12 | 4 | 0,4 | 160 |

Задание №4.2 Условие задания: для двухопорной балки, нагруженной сосредоточенными силами и парой силой с моментом 𝑚, определить реакции в опорах, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, найти максимальный изгибающий момент.

При расчетах воспользоваться данными таблицы 5 и схемой рисунка 5.

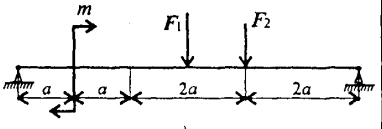


Рисунок 5- Схема для выполнения задания №4.2

Таблица 5 - Исходные данные для задания №4.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| F1, кН | F2, кН | m, кН·м | a, м |
| 14 | 12 | 7 | 0,4 |

Задание №4.3 Условие задания: для изображенных балок на рисунке 6 определить реакции в опорах, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, найти максимальный изгибающий момент.

При расчетах воспользоваться данными таблицы 6.

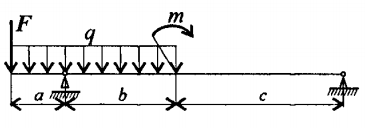


Рисунок 6 – Схема для выполнения задания №4.3

Таблица 6 - Исходные данные для задания №4.3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| m, кН·м | F, кН |  | a,м | b,м | c,м |
| 21 | 80 | 8 | 1 | 2 | 2,1 |

Курсовой проект принят к исполнению 16.10.2020

Студент: Чуйков Н.С. Подпись

Преподаватель: Фоминова О.В

Содержание

[Задание №1  
Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии 7](file:///C:\Users\Admin\Desktop\универ\приклад\KursovoyUshakov.docx#_Toc59525837)

[Задание №2  
Геометрические характеристики плоских сечений 12](file:///C:\Users\Admin\Desktop\универ\приклад\KursovoyUshakov.docx#_Toc59525838)

[Задание №3  
Расчеты на прочность и жесткость при кручении 14](file:///C:\Users\Admin\Desktop\универ\приклад\KursovoyUshakov.docx#_Toc59525839)

[Задание №4  
Расчеты на прочность и жесткость при изгибе 20](file:///C:\Users\Admin\Desktop\универ\приклад\KursovoyUshakov.docx#_Toc59525841)

[Список литературы 32](file:///C:\Users\Admin\Desktop\универ\приклад\KursovoyUshakov.docx#_Toc59525842)

Задание 1

Дано:

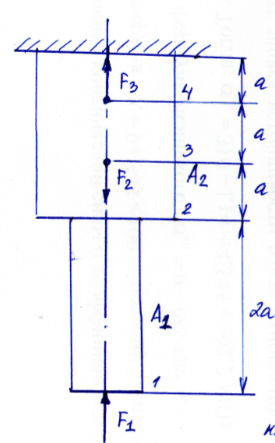


Рисунок 7 – схема задания 1

Рисунок развернуть и сделать в редакторе

Длина участков: 𝑎=0,6 м.

Силы: 𝐹1=16 кН; 𝐹2=25 кН; 𝐹3=28 кН.

Площади поперечных сечений: 𝐴1=1,2 см2; 𝐴2=2,8 см2.

Модуль упругости: 𝐸=2∙105 Н/мм2.

Требуется

1. Построить эпюру продольных сил.

2. Построить эпюру нормальных напряжений.

3. Определить перемещение свободного конца бруса.

Решение

**1. Нахождение и построение эпюры продольных сил N**

Разбиваем брус на 4 участка (рис. 12). Определяем значение продольной силы N на каждом участке [1].

Для I участка:

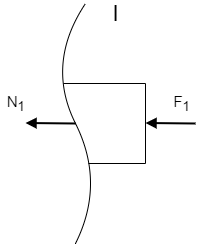


Рисунок 8 – схема участка I

Для II участка:

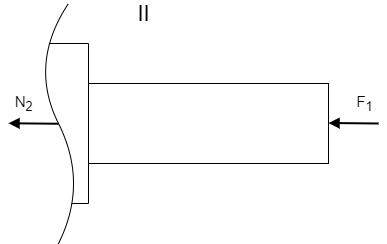


Рисунок 9 – схема участка II

Для III участка:

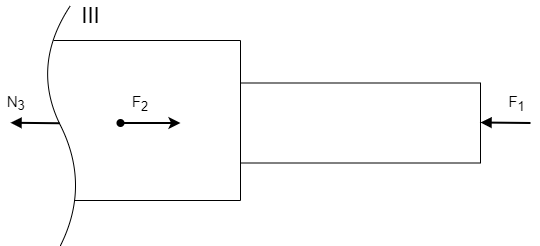


Рисунок 10 – схема участка III

Для IV участка:

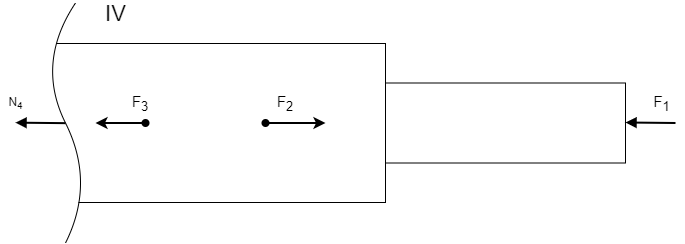


Рисунок 11 – схема участка IV

По полученным значениям строим эпюру N (рис. 12).

**2. Построение эпюры нормальных напряжений 𝛿:**

Определяем значения нормальных напряжений на каждом участке.

где 𝑁 – продольная сила;

𝐴 – площадь поперечного сечения.

По полученным значениям строим эпюру (рис. 6).

**3. Определение перемещения свободного конца бруса**

Для определения перемещения свободного конца бруса построим эпюру перемещений сечений бруса, используя формулу [2]

где 𝑙 – начальная длина стержня;

𝐸 – модуль упругости

Где построенные эпюры?

Задание 2

Дано:

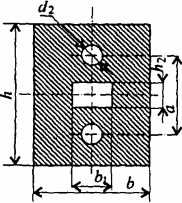


Рисунок 13 – Схема задания №2

d2 = 10 мм.

h = 98 мм.

h2 = 6 мм.

a = 58 мм.

b1 = 48 мм.

b = 60 мм.

a = 58 мм.

РЕШЕНИЕ

1. Рбчем сечение на простейшие: 1-прямоугольное bh; 2- прямоугольное b1 h2; 3- круглое d2

2. Нахождение осевого момента сечения по оси x [4]:

3. Нахождение осевого момента сечения по оси y:; ;;

Ответ:

Задание 3

**Дано:** P1 = 2,5кВт; P2 = 3,0кВт; P3 = 3,5кВт; [𝜏к ] = 30МПа; 𝐺 = 8 ∙ 104 МПа; [𝜑0 ] = 0,02 рад/м = 0,02 ∙ 10−3 рад мм ; 𝜔 = 25 рад/с 𝑐 = 0,9

**Определить:** 1) значения внешних моментов;

1. уравновешенный момент;
2. построить эпюру крутящих моментов по длине вала;
3. определить диаметры вала по сечениям из расчетов на прочность и жесткость (круг, кольцо).

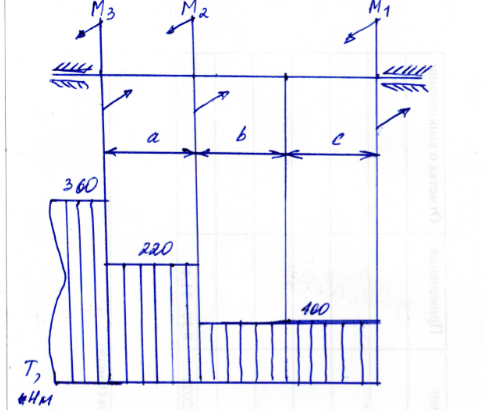


Рисунок 14 – Эпюра крутящих моментов по длине вала

1. Определяем значение внешних моментов, соответствующих предельным мощностямp[3]:

где 𝑀 – внешний момент, Н ∙ м;

𝑁 – предельная мощность, Вт;

𝜔 – угловая скорость,

2. Определяем уравновешивающий момент 𝑀0[4]:

3. Определяем крутящие моменты 𝑀𝑘 в поперечных сечениях вала с помощью метода сечений[4].

Участок I-I:

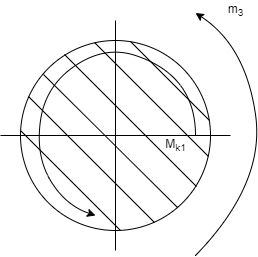


Рисунок 15 – участок I

?????????

Участок II-II:

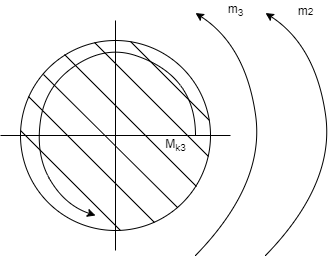


Рисунок 16 – участок II

??????????

Участок III-III:

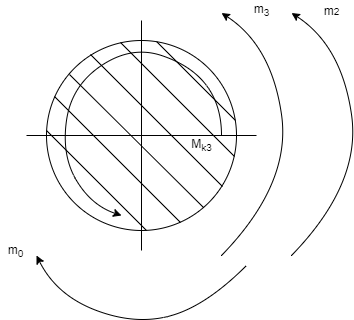


Рисунок 17 – участок III

?????????????

???????????

4. Определить диаметр вала по сечению из расчета на прочность.

Максимальный крутящий момент

*5*.Определим диаметр вала по сечениям из условия расчета на жесткость.

5.1. Определим допустимый полярный момент для каждого из сечений.

5.2. Определим допустимый диаметр вала по сечениям из условия жесткости.

Вывод по п.4 и 5: по результатам расчета диаметров ваша из условий прочности и жесткости по сечениям принимаем следующие значения: d1=30мм; d2=30мм;d3=35мм;d4=40мм.

Проводим расчет вала кольцевого сочетания, приняв C=0,9.

6. Определим параметры кольцевого сечения из условия расчета на прочность.

7. Определение параметра пальцевого сечения из условия расчета на жесткость.

Вывод по п.6 и 7: по результатам расчета диметров вала из условий прочности и жесткости по сечениям принимаем следующие значения

8. Сравнение круглого и кольцевого сечения валов.

-круглое сечение

-кольцевое сечение

Сравнение площади кольцевого и круглого сечений:

Вывод: площадь кольцевого сечения для всех метров в 2,3-3,0 ряда меньше, чем крученого. Таким образом при работе вала на кручение наиболее эффективно использовать кольцевое сечение.

Задание 4

Задание 4.1

Дано: F1= 18 кН; F2= 12 кН; m= 4 кН\*м; a= 0,4 м; h= 2b;

Задание: для одноопорной балки, нагруженной сосредоточенными силами, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов[8].

Найти максимальный изгибающий момент и из условия прочности подобрать поперечное сечение для балки в виде двутавра и прямоугольника с соотношением сторон h = 2b.

Материал сталь, допускаемое напряжение 160 МПа.

Рассчитать площади поперечных сечений и сделать вывод о целесообразности применения сечения [7].

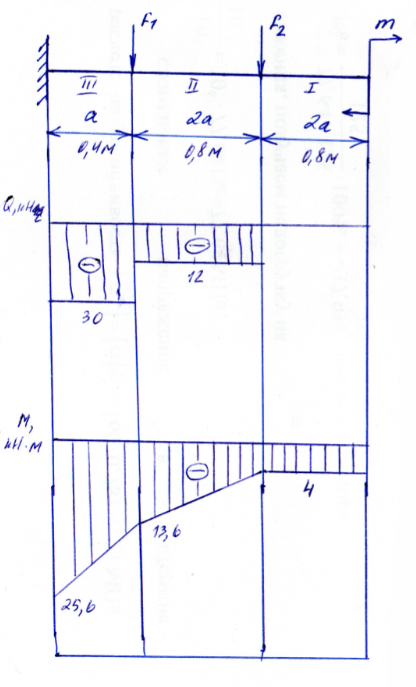


Рисунок 18 – Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов

Составляем уравнения равновесия.

Участок I:

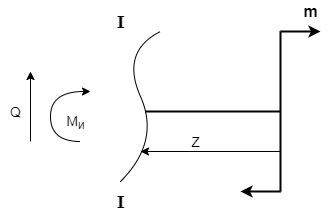


Рисунок 19 – участок I

Участок II:

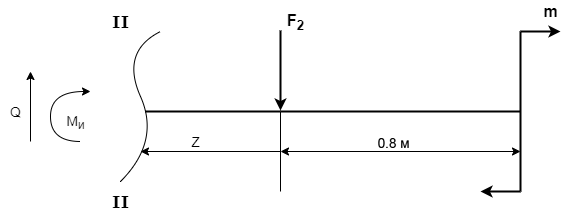
**

Рисунок 20 – Участок II

При z = 0:

При z = 0,8:

Участок III:

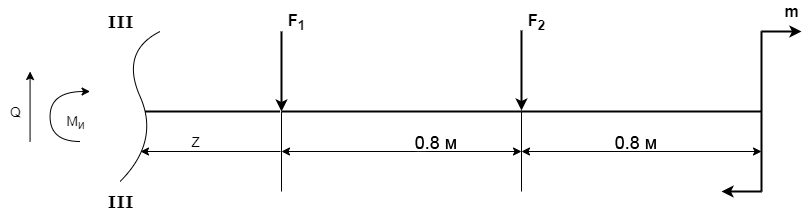


Рисунок 21 – Участок III

При z = 0:

При z = 0,4 м:

Выбираем соответствующий масштаб и строим эпюры поперечных сил и изгибающих моментов (рис.16).

Максимальный изгибающий момент = кНм.

Опасным сечением является сечение, где действует максимальный изгибающий момент. Подбираем размеры балки в опасном сечении по условию прочности по формуле [7]:

где – нормальное напряжение на поверхности при изгибе;

– максимальный изгибающий момент в сечении;

– осевой момент сопротивления сечения;

– допускаемое напряжение.

Для балки в виде двутавра:

По ГОСТ 8239-89 выбираем двутавр № 24: момент сопротивления

= 289 ; площадь поперечного сечения = 34,8.

Для балки в виде прямоугольника[7]:

,

где b и h – стороны прямоугольника.

По условию задачи h = 2b, тогда из уравнения получаем:

Таким образом,

H = 2b= 6,252= 12,5 см

Площадь прямоугольного сечения:

*;*

Таким образом,

**Вывод:** балка прямоугольного сечения в 3 раза тяжелее, поэтому целесообразно применять сечение двутавр.

Задание №4.2

Дано: F1 = 14 кН, F2 = 12 кН, m = 7 кН·м, a = 0,4 м.

Задание**:** для двухопорной балки, нагруженной сосредоточенными силами и парой силой с моментом 𝑚, определить реакции в опорах, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, найти максимальный изгибающий момент

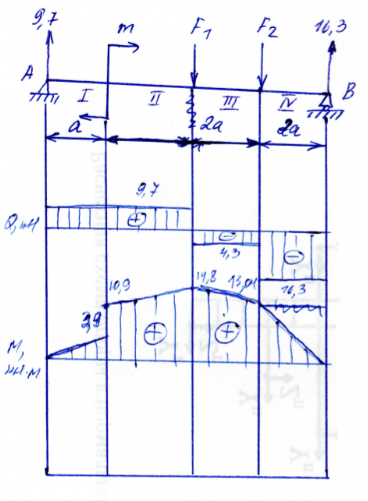


Рисунок 22 - Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов

1. Определяем реакции в опорах

Определяем поперечные силы и изгибающие моменты[8].

Участок I:

м

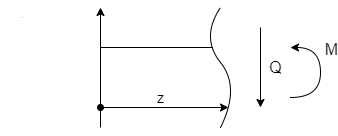


Рисунок 23 – участок I

Почему на рисунке 23 стрелка без обозначений?

При ;

При ;

Участок II:

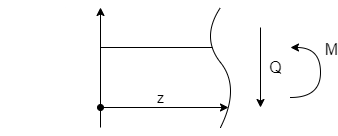
**

Рисунок 24 – участок II

Участок нарисован неправильно.

При

При

Участок III:

м

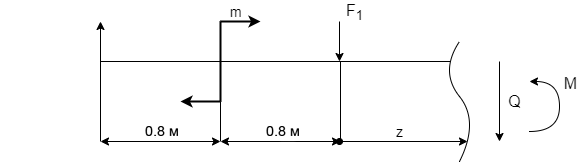


Рисунок 25 – участок III

Почему на рисунке 25 стрелка без обозначений?

При

При

Участок IV:

м

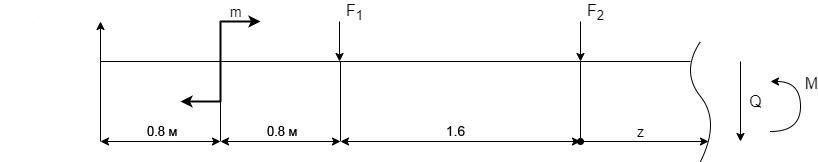


Рисунок 26 – участок IV

Почему на рисунке 26 стрелка без обозначений?

При

При

Строим эпюры поперечных сил и изгибающих моментов и определяем максимальный изгибающий момент:

Задание №4.3

Дано: m = 21 кН\*м; F =80 кН; q = 8 кН/м; a = 1; b = 2м; c = 2,1м.

Задание: для изображенной балки на рисунке 3 определить реакции в опорах, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, найти максимальный изгибающий момент.

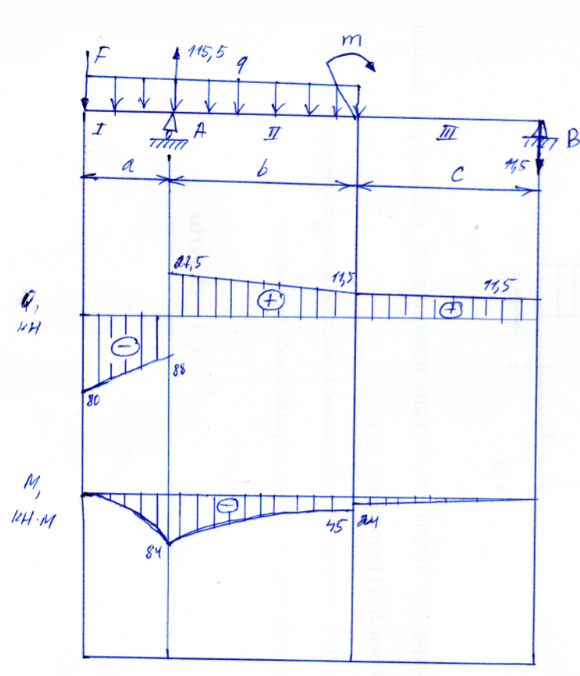


Рисунок 27 *–* Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов

1. Определяем реакции в опорах[9]. Шрифт????

Участок I:



Рисунок – участок I

При

При

При

При

При

Участок II:

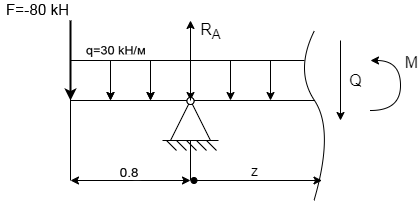


Рисунок – участок II

При

При

При

При

Участок III:

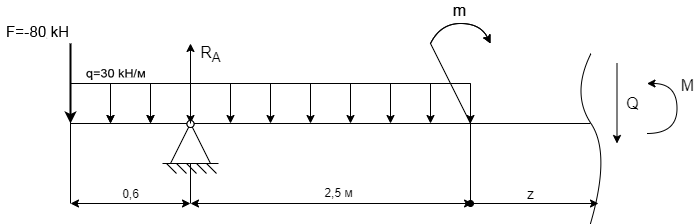


Рисунок – участок III

При

При

Строим эпюры поперечных сил и изгибающих моментов и определяем максимальный изгибающий момент[10]:

# Список литературы

1. Барман, Н.Г. Прикладная механика. Краткий курс: Учебник для бакалавров / Н.Г. Барман, А.А. Дорбенко, А.М. Дерменов. – М.: Крайт, 2012. – 257 c.

2. Бороминский, Б.Г. Теоретическая механика: Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий: Учебник для вузов / Б.Г. Бороминский. – 2-е изд., испр. – М: Неолит, 2015. – 123 с.

3. Василенко, Г.Б. Прикладная механика: Учебник для бакалавров / Г.Б. Василенко, Г.Г. Добронравов, Б.С. Теслов. – М.: Альянс, 2011. – 256 c.

4. Джамай, В.В. Прикладная механика: Учебник для бакалавров / В.В. Джамай, Е.А. Самойлов, А.И. Станкевич. – М.: Юрайт, 2013. – 360 c.

5. Иосилевич, Г.Б. Прикладная механика: Учебник для студентов / Г.Б. Иосилевич, Г.Б. Строганов, Г.С. Маслов. – М.: Альянс, 2016. – 576 c.

6. Колесников, К.С. Курс теоретической механики: Учебник для вузов / В. И. Дронг, В. В. Дубинин, М. М. Ильин - 3-е изд., стереотип. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. — 736 c

7. [Манжосов, В.К.](https://www.studmed.ru/manzhosov-vk-novikova-od-teoreticheskaya-mehanika-v-primerah-i-zadachah-analiticheskaya-mehanika-udar_0031b594417.html) Теоретическая механика в примерах и задачах. Аналитическая механика. Удар: Учебное пособие / [Манжосов В.К., Новикова О.Д.](https://www.studmed.ru/manzhosov-vk-novikova-od-teoreticheskaya-mehanika-v-primerah-i-zadachah-analiticheskaya-mehanika-udar_0031b594417.html) - Ульяновск: УлГТУ, 2008. - 56 с.

8. Олофинская, В.П. Техническая механика: Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий: учебное пособие / В.П. Олофинская. – 3-е изд., испр. – М: Неолит, 2017. – 352 с.

9. Работнов, Ю.Н. Сопротивление материалов / Ю.Н. Работнов. – М.: Ленанд, 2019. – 456 c.

10. Саргаев, П.М. Механика конструкций. Теоретическая механика. Сопротивление материалов: Учебное пособие / П.М. Саргаев. – СПб.: Лань П, 2016. – 608 c.