**Сдвиг и кручение:** Чистый сдвиг. Закон Гука для сдвига. Зависимость между тремя упругими постоянными для изотропного тела (без вывода). Построение эпюр крутящих моментов. Основные гипотезы. Напряжения в поперечных сечениях бруса. Угол закручивания

Теоретическое занятие

Специальность: 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений

ФИЗИКА

ОП.03 Техническая механика

Тема 2.4. Сдвиг и кручение: Чистый сдвиг. Закон Гука для сдвига. Зависимость между тремя упругими постоянными для изотропного тела (без вывода). Построение эпюр крутящих моментов. Основные гипотезы. Напряжения в поперечных сечениях бруса. Угол закручивания

Преподаватель:

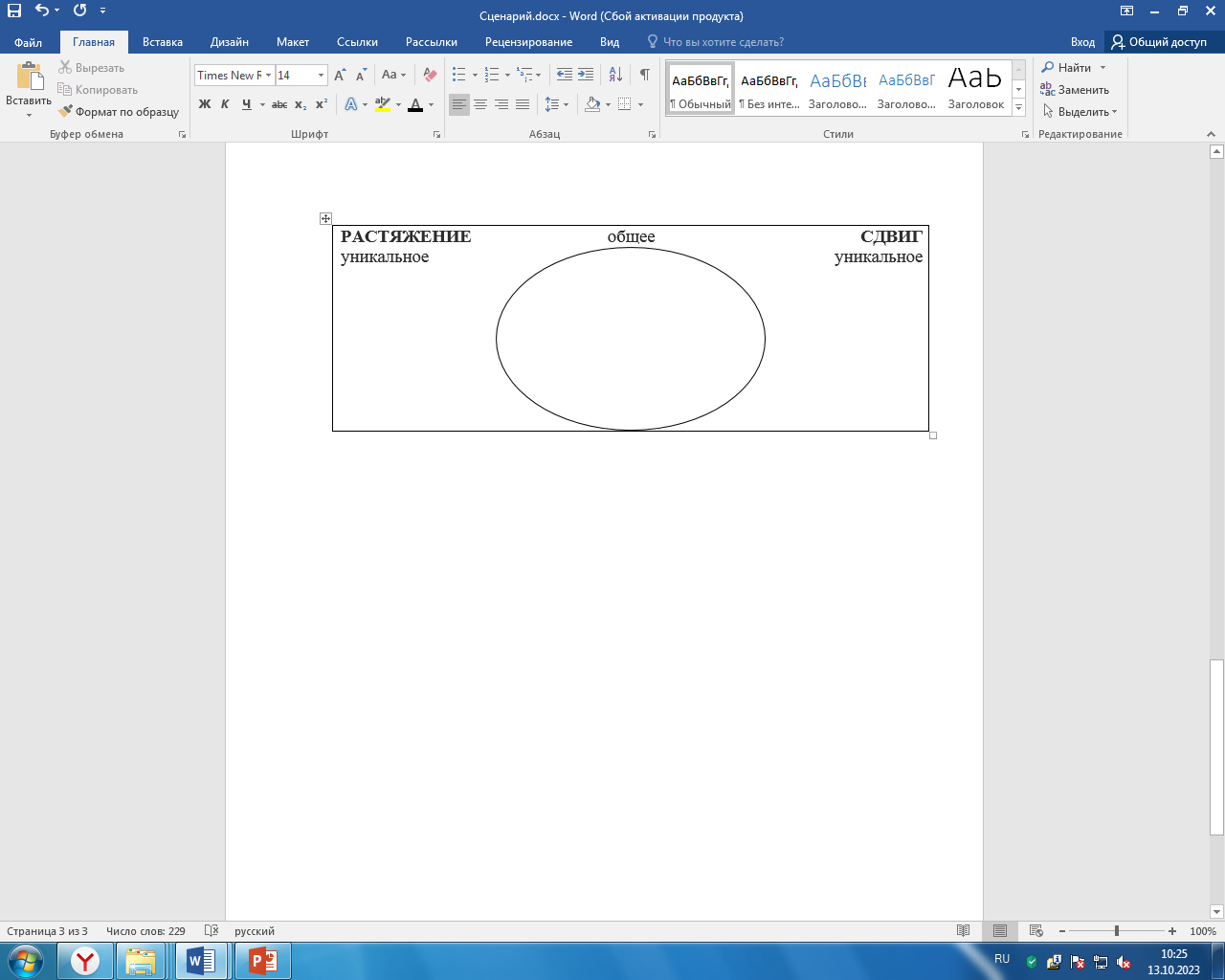
Галина Валерьевна Пантина

2023

**Материалы для закрепления и контроля усвоения изученного материала**

**Задание №1.** Соотнести вид деформации и его понятие

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№1** | Растяжение | **№1а** | вид деформации, при котором внутренние силы в поперечном сечении бруса сводится только к одному силовому фактору – продольной силе направленной от сечения |
| **№2** | Сжатие | **№2а** | вид деформации, при котором внутренние силы в поперечном сечении бруса сводится только к одному силовому фактору – продольной силе направленной к сечению |
| **№3** | Изгиб | **№3а** | вид деформации, при котором происходит искривление оси прямого бруса или изменение кривизны оси кривого бруса, связан с возникновением в поперечных сечениях бруса изгибающих моментов и часто одновременно с ними – поперечных сил |
| **№4** | Сдвиг | **№4а** | вид деформации, при котором в поперечном сечении бруса возникает только поперечная сила |
| **№5** | Кручение | **№5а** | вид деформации стержня, при котором в его поперечных сечениях возникают только крутящиеся моменты; нормальная сила, изгибающие моменты и поперечные силы отсутствуют |

**Задание №2**. Сравните два вида деформации и заполните схему «Общее-уникальное».

**Задание №3.** Определите фамилию ученого, именем которого назван коэффициент µ в изученной ранее формуле. Для этого необходимо решить задачи и соотнести ответы с буквами в таблице (№ задачи определяет последовательность букв в фамилии, например, ответ задачи №3.1 соответствует первой букве фамилии)

*Задача №3.1.* *Деревянная свая высотой 3 м имеет поперечное сечение 300см2. Каково абсолютное сжатие сваи под действием удара силой 500 кН? Модуль упругости равен 10 ГПа. (Ответ: 5мм)*

*Задача №3.2. Рассчитать диаметр сечения канатов мостового крана, грузоподъемность которого равна 5000 кг; запас прочности равен 3, а разрывное напряжение 0,4ГПа. Задачу решить для случая, когда у крана два каната. (Ответ: 15 мм)*

*Задача №3.3. При изготовлении железобетонных плит для перекрытий необходимо, чтобы напряжение в каждом стержне арматуры достигало 1ГПа. На сколько необходимо растянуть стержень, чтобы достичь заданной напряженности, если модуль упругости 0,18 ТПа, а длина плиты 6,3 м? (Ответ: 3,5 см)*

*Задача №3.4. Для стали модуль упругости составляет 200ГПа, а коэффициент μ=0,25. Определить, чему равен модуль сдвига. (Ответ: 80ГПа)*

*Задача №3.5. Определите модуль Юнга для стали, если модуль сдвига для нее равен 79 ГПа, а коэффициент μ=0,35. (Ответ: 213 ГПа)*

*Задача №3.6. Определите значение поперечной силы, приложенной к алюминиевой балке площадью поперечного сечения 0,4 м2 при относительном сдвиге 0,01. Модуль сдвига для алюминия составляет 25ГПа. (Ответ: 100 МН)*

*Задача №3.7. Рассчитайте относительный сдвиг стального болта диаметром 5 мм в крепежной детали под действием поперечной силы 15 кН. Модуль сдвига стали составляет 89 ГПа. (Ответ: 0,004)*

Таблица соответствия

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Ответ в задаче** | **Буква в фамилии ученого** |
| *1* | *80 ГПа* | *С* |
| *2* | *20 см* | *Н* |
| *3* | *213 ГПа* | *С* |
| *4* | *3,5 см* | *А* |
| *5* | *5 мм* | *П* |
| *6* | *5 см* | *М* |
| *7* | *100 МН* | *О* |
| *8* | *15 мм* | *У* |
| *9* | *200 МН* | *Е* |
| *10* | *2 ГПа* | *Г* |
| *11* | *0,004* | *Н* |
| *12* | *300 ГПа* | *Т* |

**Критерии оценки:**

*Оценка «5» - 7 правильно решенных задач*

*Оценка «4» - 5-6 правильно решенных задач*

*Оценка «3» - 4 правильно решенных задач*

*Оценка «2» - 3 и менее правильно решенных задач*

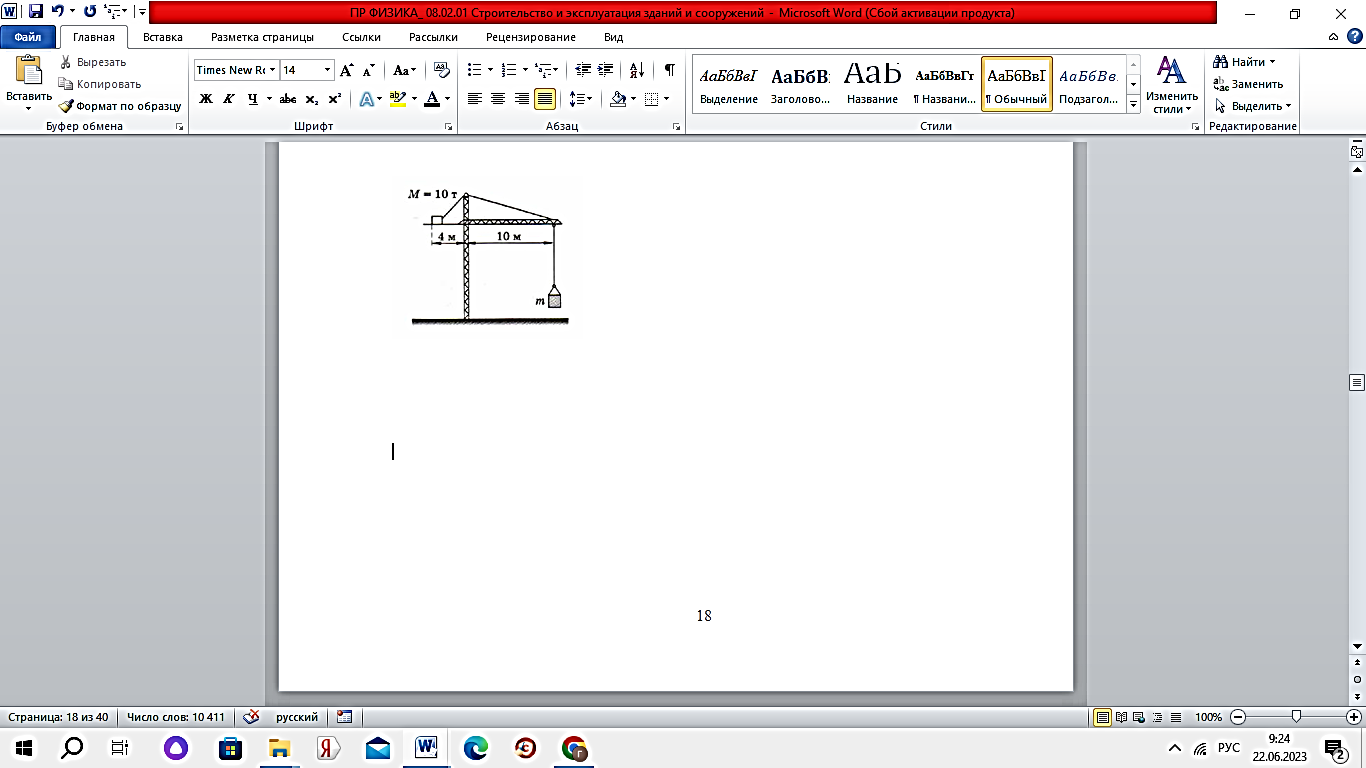
**Задание №4.** Познакомьтесь с текстом задачи и рисунком к ней: *«Определите, груз какой максимальной массы может переносить подъемный кран (рис.1) и силу давления его на землю. Противовес массой М=10 т находится на стреле крана на расстоянии a=4 м от вертикальной стойки. Груз подвешен на расстоянии l=10 м от стойки. Массой крана пренебречь»*

Рисунок 1

Ответьте на вопросы:

1. Каким простым механизмом является кран?
2. Зачем у подъемного крана делают противовес?
3. Какой закон используется для расчета параметров рычага?
4. Решите задачи, соответственно по рядам: №4.1, №4.2, №4.3. Решение сфотографируйте и разместите в чате группы информационно-коммуникационной системы «СФЕРУМ».

*Задача №4.1. Длина меньшего плеча рычага 5 см, большего 30 см. На меньшее плечо действует сила 12 Н. Какую силу нужно приложить к большему плечу, чтобы уравновесить рычаг? (Ответ: 2 Н)*

*Задача №4.2. При помощи кусачек перекусывают гвоздь. Расстояние от оси вращения кусачек до гвоздя 2 см, а до точки приложения силы руки 16 см. Рука сжимает кусачки с силой 200 Н. Определите силу, действующую на гвоздь. (Ответ: 1,6 кН)*

*Задача №4.3. С помощью рычага рабочий поднимает плиту массой 240 кг. Какую силу прикладывает он к большему плечу рычага, равному 2,4 м, если меньшее плечо равно 0,6 м? (Ответ: 600 Н)*

**Задание №5.**

Используя дидактический материал по теме «Момент силы. Условие статистического равновесия для вращательного движения», выпишите основные законы и формулы и решите задачу: *«Определите, груз какой максимальной массы может переносить подъемный кран (рис.1) и силу давления его на землю. Противовес массой М=10 т находится на стреле крана на расстоянии a=4 м от вертикальной стойки. Груз подвешен на расстоянии l=10 м от стойки. Массой крана пренебречь»*

*(Ответ: 4000 кг, 137,2 кН)*

**Задание №6.** Построение эпюр крутящих моментов.

*Задача №6.1. Построить эпюру крутящих моментов для стержня, изображенного на рисунке 2, при М1=40 кН.м, М2=30 кН.м, М4=20 кН.м.*

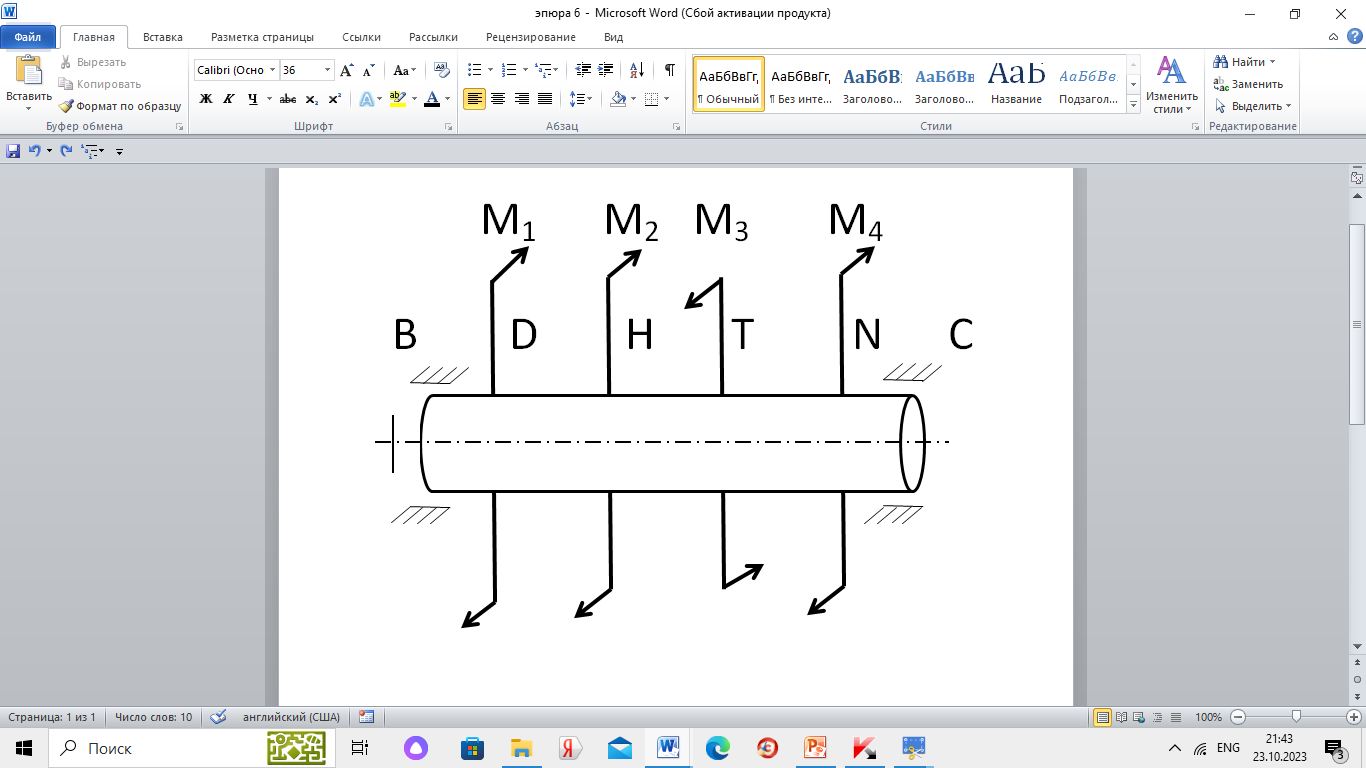
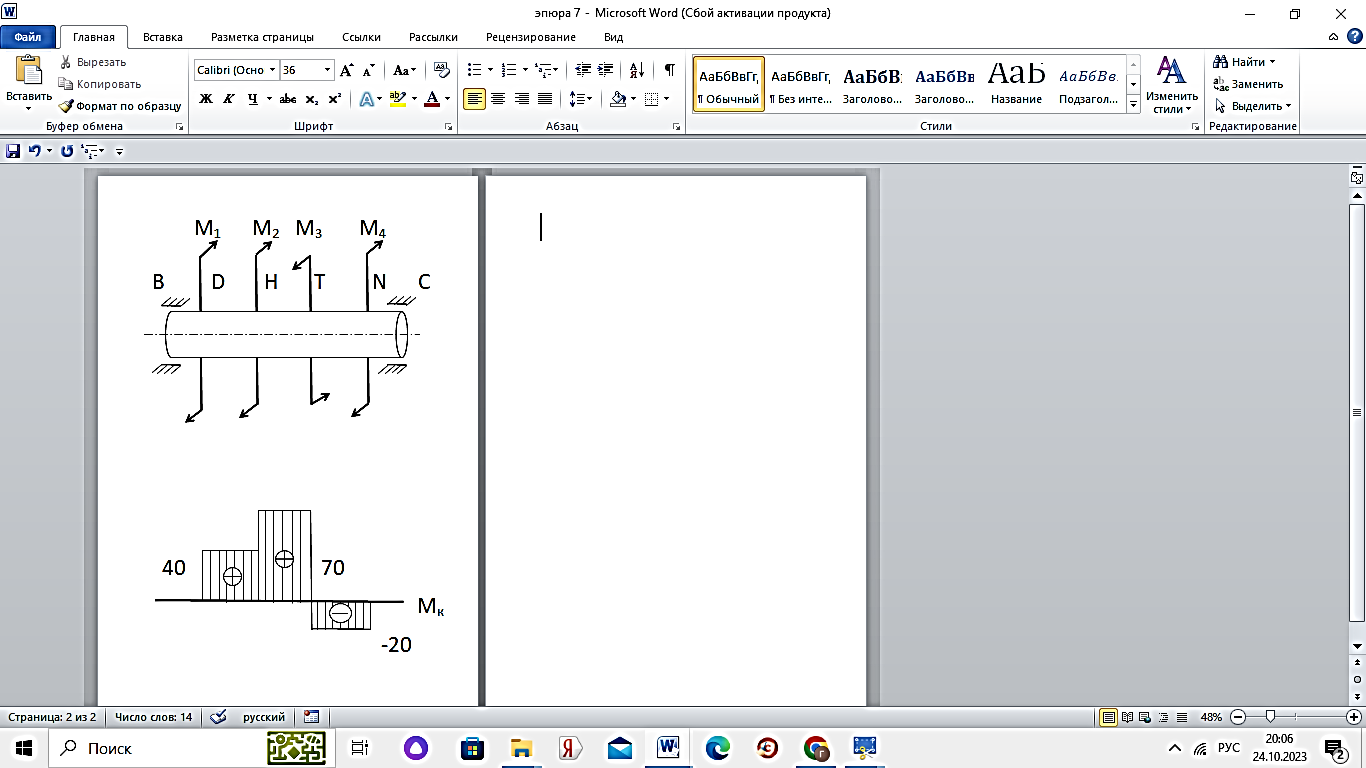


Рисунок 2. Для задачи 6.1.

*Ответ:*



*Задача №6.2. Построить эпюру крутящих моментов для стержня, изображенного на рисунке 3, при М1=20 кН.м, М2=60 кН.м, М3=50 кН.м.*

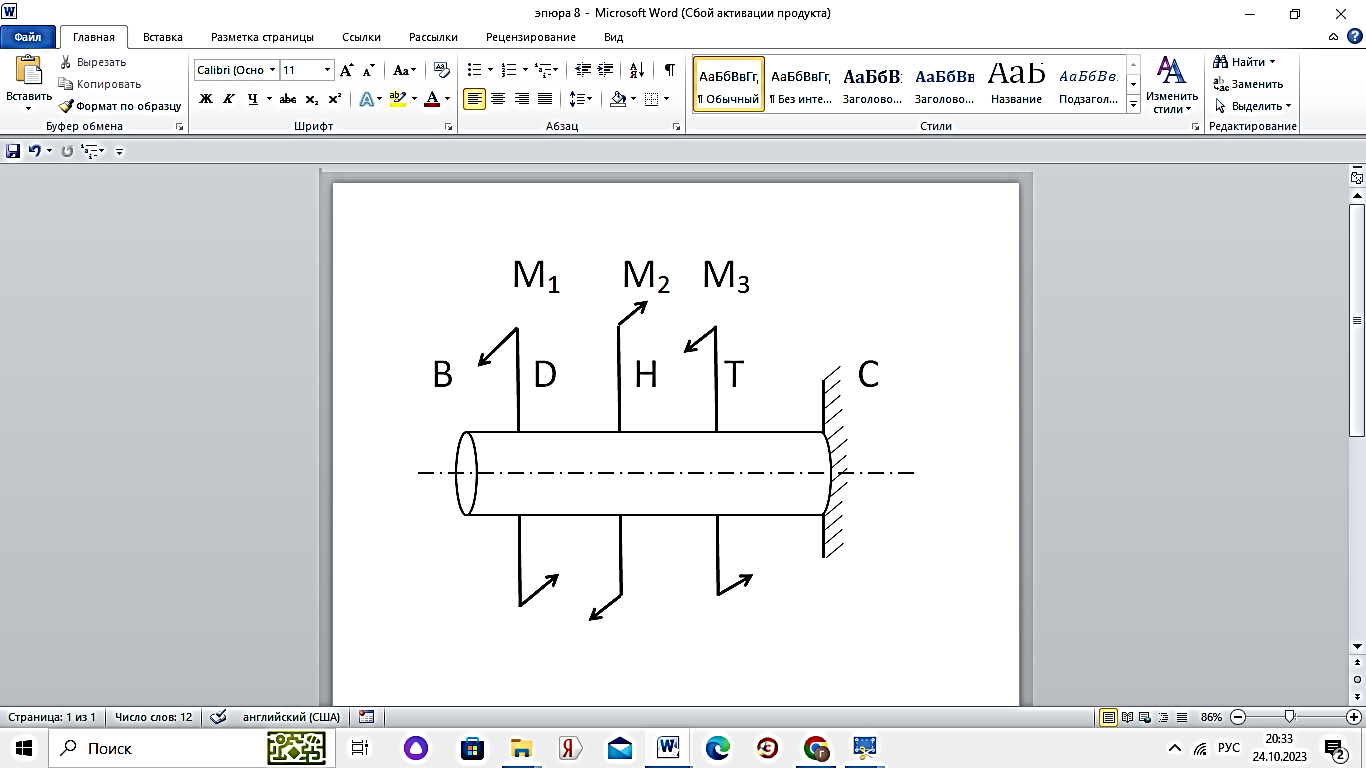
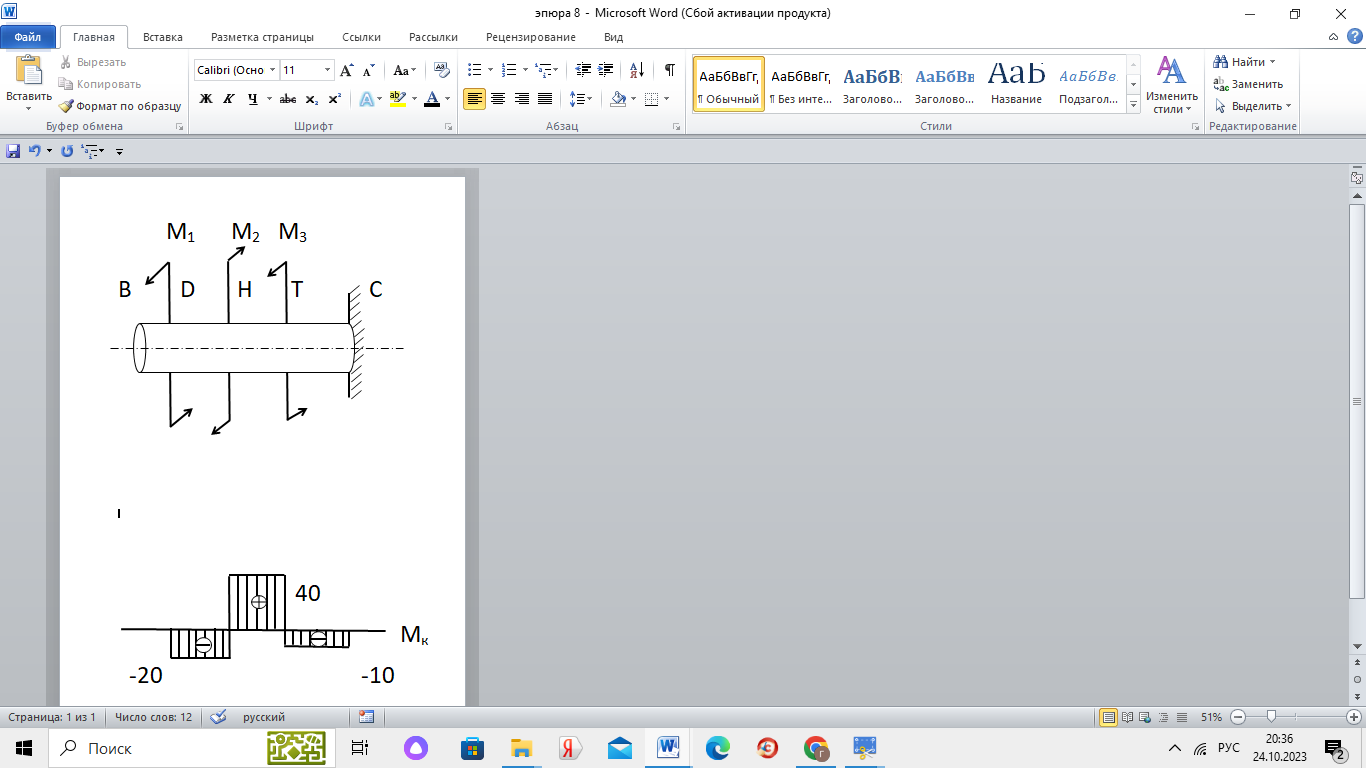


Рисунок 3. Для задачи 6.2.

*Ответ:*



*Критерии оценки:*

*Оценка «5»: приведены правильные расчеты, эпюра построена верно*

*Оценка «4»: приведены расчеты, в которых одна ошибка, эпюра построена верно; или приведены правильные расчеты, в построении эпюры есть незначительные ошибки.*

*Оценка «3»: в расчетах и построении эпюры есть ошибки, но выдерживается порядок построения эпюр.*

*Оценка «2»: эпюра не построена.*

**Задание №7.** Заполните таблицу «Верные – неверные утверждения» по теме «Основные гипотезы (допущения) о материале. Напряжения в поперечных сечениях бруса. Угол закручивания».

Если Вы согласны с предложенным утверждением, то ставим знак «+» (плюс), если – не согласны, то «-» (минус).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Утверждения** | **Верно /Неверно** |
| **1** | **2** | **3** |
| 1 | Выделяют семь основных гипотез (допущений) о материале |  |
| 2 | Гипотеза об однородности и изотропности предполагает, что свойства материала в различных направлениях одинаковы. |  |
| 3 | Гипотеза о совершенной (идеальной) упругости материала. Все тела предполагаются абсолютно упругими, т.е. предполагается, что изменения размеров и формы тела, которые вызваны внешними силами, не исчезают после снятия нагрузки. |  |
| **1** | **2** | **3** |
| 4 | Гипотеза о линейной зависимости между деформациями и напряжениями предполагает, что деформации материала в каждой его точке обратно пропорциональны напряжением в этой точке. |  |
| 5 | Напряжения и деформации при кручении не зависят от форм поперечного сечения стержня. |  |
| 6 | Все поперечные сечения в процессе деформации остаются плоскими, и радиусы, проведенные в них, остаются прямыми. |  |
| 7 | Крутящий момент обозначается буквой G. |  |
| 8 | Угол закручивания φ определяется по формуле: |  |
| 9 | В поперечных сечениях стержня возникают только касательные напряжения. |  |
| 10 | Угол закручивания не зависит от угла сдвига. |  |

*Ответы: 1,3,4,5,7,10 – « - »; 2,6,8,9 – «+»*

**Критерии оценки:**

Оценка «5» : 9-10 правильных ответов

Оценка «4» : 7-8 правильных ответов

Оценка «3» : 5-16 правильных ответов

Оценка «2» : менее 5 правильных ответов