

Департамент образования и науки Костромской области ОГБПОУ «Буйский
техникум железнодорожного транспорта Костромской области»

УТВЕРЖДЕНО

приказом директора

ОГБПОУ «БТЖТ

Костромской области

№ 104 от «30» августа 2019 г.

КОМПЛЕКТ

контрольно-измерительных материалов по учебной дисциплине

«Техническая механика с основами технических измерений».

для специальности 35.01.14. (110800.04) «Мастер по техническому
обслуживанию и ремонту машинно-тракторного парка».

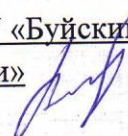
(с методическими рекомендациями)

2

Комплект контрольно- измерительных материалов по учебной дисциплине разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта по профессиям **110800.04 Мастер по техническому обслуживанию и ремонту машинно-тракторного парка.**

Организация-разработчик: ОГБПОУ «Буйский техникум железнодорожного транспорта Костромской области»

Составители:

Веселов Алексей Юрьевич, преподаватель ОГБПОУ «Буйский техникум железнодорожного транспорта Костромской области» 

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Результатом освоения учебной дисциплины является готовность обучающегося к выполнению вида общепрофессиональной деятельности **Техническая механика с основами технических измерений** Формой аттестации по профессиональному модулю является дифференцированный зачет

2. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Форма контроля и оценивания	
	Промежуточная аттестация	Текущий контроль
Техническая механика	Контрольная работа	Оценка результатов выполнения практических заданий

Общие компетенции:

- ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес
- ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.
- ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы..
- ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.
- ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
- ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.
- ОК 7. Организовывать собственную деятельность с соблюдением требований охраны труда и экологической безопасности.
- ОК 8. Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей).

Профессиональные компетенции:

- ПК 1.1. Выполнять работы по техническому обслуживанию сельскохозяйственных машин и оборудования при помощи стационарных и передвижных средств технического обслуживания и ремонта.
- ПК 1.2. Проводить ремонт, наладку и регулировку отдельных узлов и деталей тракторов, самоходных и других сельскохозяйственных машин, прицепных и навесных устройств, оборудования животноводческих ферм и комплексов с заменой отдельных частей и деталей.

- ПК 1.3. Проводить профилактические осмотры тракторов, самоходных и других сельскохозяйственных машин, прицепных и навесных устройств, оборудования животноводческих ферм и комплексов.

- ПК 1.4. Выявлять причины несложных неисправностей тракторов, самоходных и других сельскохозяйственных машин, прицепных и навесных устройств, оборудования животноводческих ферм и комплексов и устранять их.

- ПК 1.5. Проверять на точность и испытывать под нагрузкой отремонтированные сельскохозяйственные машины и оборудование.

- ПК 1.6. Выполнять работы по консервации и сезонному хранению сельскохозяйственных машин и оборудования.

- ПК 2.1. Собирать и устанавливать агрегаты и сборочные единицы тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин стационарно и в полевых условиях.

- ПК 2.2. Выполнять наладку и регулирование агрегатов и сборочных единиц сельскохозяйственных машин и оборудования.

- ПК 2.3. Выполнять плановое, ресурсное (перед отправкой в ремонт) и заявочное диагностирование автомобилей, тракторов, самоходных сельскохозяйственных машин и агрегируемого оборудования.

- ПК 2.4. Проводить ремонт агрегатов и сборочных единиц тракторов, самоходных и других сельскохозяйственных машин.

- ПК 3.1. Безопасно управлять тракторами с прицепными, полунавесными и навесными сельскохозяйственными орудиями, самоходными и другими сельскохозяйственными машинами при выполнении работ в растениеводстве, животноводстве, кормопроизводстве и других сельскохозяйственных производствах.

- ПК 3.2. Обеспечивать безопасность при выполнении погрузочно-разгрузочных работ и транспортировке грузов на тракторах.

- ПК 3.3. Заправлять топливом и смазывать тракторы, навесные и прицепные сельскохозяйственные орудия, самоходные и другие сельскохозяйственные машины.

- ПК 3.4 Проводить техническое обслуживание машинно-тракторных агрегатов.

- ПК 4.1 Управлять автомобилями категории «С».

- ПК 4.2. Выполнять работы по транспортировке грузов

- ПК 4.3. Осуществлять техническое обслуживание транспортных средств в пути следования

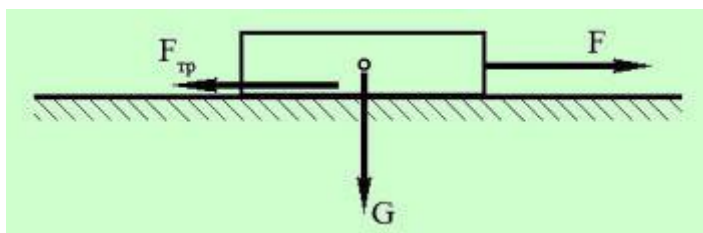
- ПК 4.4. Устранять мелкие неисправности, возникающие во время эксплуатации транспортных средств.

3. ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО КУРСА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1: Задания для выполнения контрольной работы по промежуточной аттестации учебной дисциплины «Техническая механика с основами технических измерений»:

1 вариант

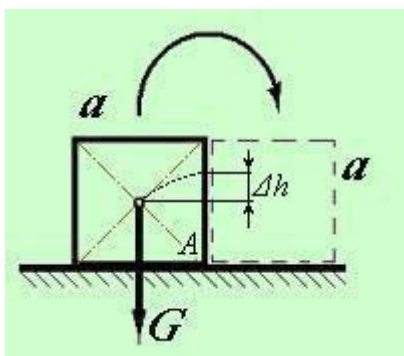
Задача №1: Определить силу F , необходимую для равномерного перемещения бруса по горизонтальной шероховатой поверхности.



Исходные данные:

Коэффициент трения между брусом и поверхностью $f = 0,6$; Масса бруса $m = 20$ кг; Ускорение свободного падения g принять 10 м/сек².

Задача № 2: Какую работу W необходимо совершить, чтобы повалить кубический предмет на боковую грань?

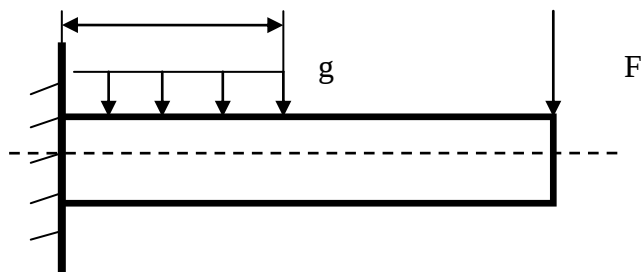


Исходные данные:

Длина грани кубического предмета (ящика) $a = 2$ м;
Масса кубического предмета $m = 50$ кг; Центр тяжести кубического предмета расположен в точке пересечения диагоналей; Ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/сек²

Задача № 3: Определить скорость вагона v_0 массой $m = 15$ тонн к началу торможения, если он остановился за время $t = 3$ минуты под действием средней силы торможения $F = 6$ кН.

Задача № 4: Построить эпюры поперечных сил F и изгибающих моментов M , действующих на защемленный одним концом брус (см. схему). $a = L/2$

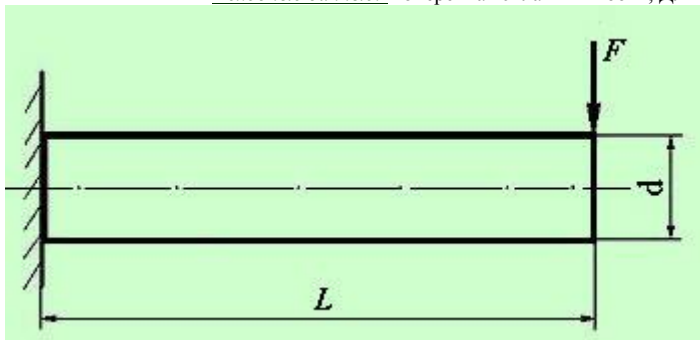


Исходные данные:

Поперечная сила $F = 70$ Н; Распределенная нагрузка $q = 10$ Н/м; Длина бруса $L = 14$ м; Вес бруса не учитывать.

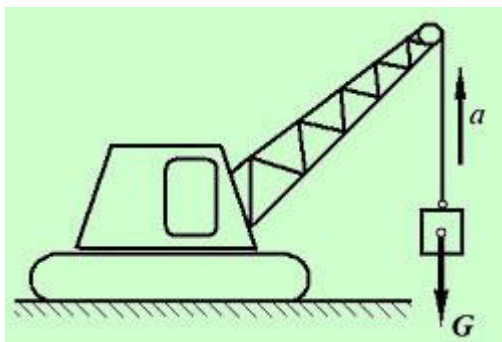
Задача № 5: Определить максимальное нормальное напряжение $\sigma_{\max}$, возникающее в сечении круглого бруса, расположенном рядом с жесткой заделкой, если к свободному концу бруса приложена поперечная сила F . Вес бруса не учитывать.

Исходные данные: Поперечная сила $F = 1200$ Н; Длина бруса $L = 3$ м; Диаметр бруса $d = 0,2$ м.



2 вариант

Задача № 1: Определить силу натяжения в канате крановой установки, поднимающей груз G с ускорением a .

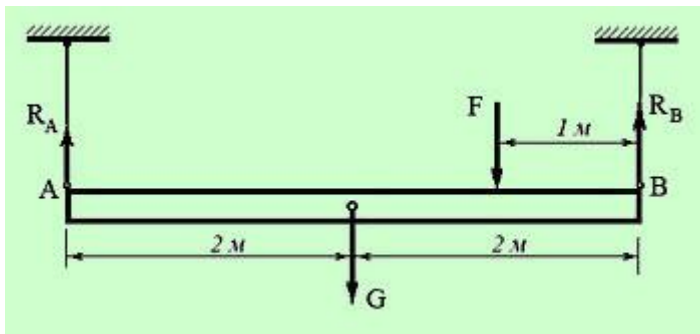


Исходные данные:

Масса груза $m = 7$ тонн;
Ускорение груза $a = 3$ м/сек²;
Ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/сек²;
Силой сопротивления воздуха пренебречь.

Задача № 2: Автомобиль движется между городами Барнаул и Камень-на-Оби с постоянной скоростью $v = 80$ км/час. Определить частоту вращения n колес автомобиля и сколько оборотов n_1 сделает каждое колесо в течение поездки, если диаметр колеса $d=0,4$ м (считать, что колеса автомобиля катятся без пробуксовки). Расстояние между городами принять равным $l = 200$ км. Длина окружности колеса ($l_k = \pi d$)

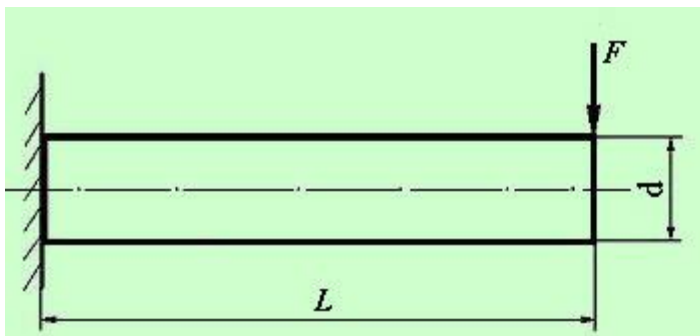
Задача № 3: Балка висит на гибких связях горизонтально, нагружена собственным весом G , силой F и находится в состоянии равновесия. Определить реакцию гибкой связи R_A .



Исходные данные:

Вес балки $G = 1400$ Н;
Сила $F = 800$ Н;
Расположение гибких связей и силовых факторов приведено на схеме.

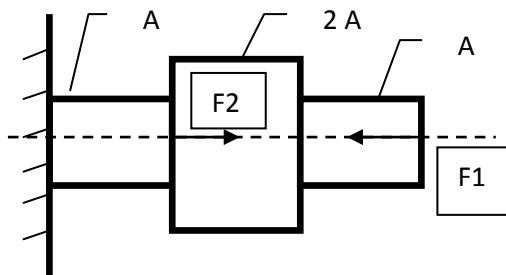
Задача № 4: Определить максимальное нормальное напряжение $\sigma_{\max}$, возникающее в сечении круглого бруса, расположенном рядом с жесткой заделкой, если к свободному концу бруса приложена поперечная сила F . Вес бруса не учитывать.



Исходные данные: Поперечная сила $F = 1100$ Н;

Длина бруса $L = 4$ м; Диаметр бруса $d = 0,1$ м.

Задача № 5: Построить эпюру напряжений σ в ступенчатом круглом брусе, нагруженном продольными силами и указать на наиболее напряженный участок. Весом бруса пренебречь.



3 вариант

Исходные данные:

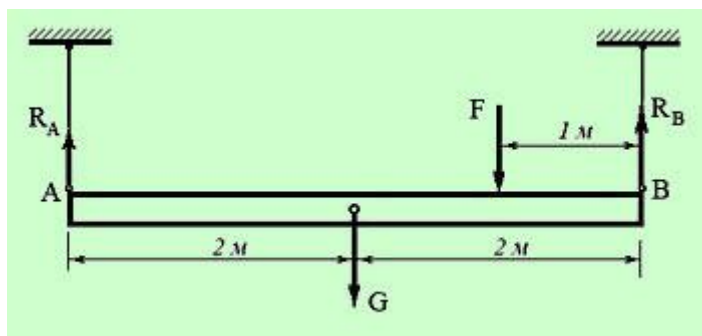
Силы:

$F_1 = 80 \text{ кН}$;

$F_2 = 350 \text{ кН}$;

Площадь сечения бруса: $A = 0,3 \text{ м}^2$.

Задача № 1: Балка висит на гибких связях горизонтально, нагружена собственным весом G , силой F и находится в состоянии равновесия. Определить реакцию гибкой связи R_A .



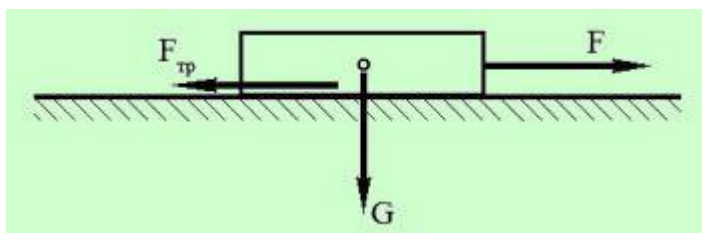
Исходные данные:

Вес балки $G = 1500 \text{ Н}$;

Сила $F = 700 \text{ Н}$;

Расположение гибких связей и силовых факторов приведено на схеме.

Задача № 2: Определить силу F , необходимую для равномерного перемещения бруса по горизонтальной шероховатой поверхности.

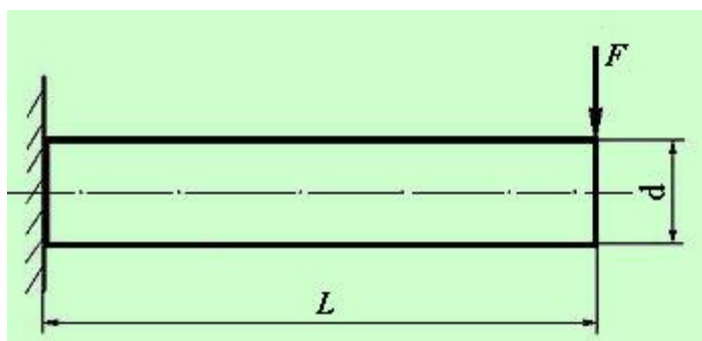


Исходные данные:

Коэффициент трения между бруском и поверхностью $f = 0,6$; Масса бруса $m = 16 \text{ кг}$; Ускорение свободного падения g принять 10 м/сек^2 .

Задача № 3: Автомобиль движется между городами Барнаул и Камень-на-Оби с постоянной скоростью $v = 40 \text{ км/час}$. Определить частоту вращения n колес автомобиля и сколько оборотов n сделает каждое колесо в течение поездки, если диаметр колеса $d = 0,5 \text{ м}$ (считать, что колеса автомобиля катятся без пробуксовки). Расстояние между городами принять равным $l = 150 \text{ км}$. Длина окружности колеса ($l_k = \pi d$)

Задача № 4: Определить максимальное нормальное напряжение $\sigma_{\max}$, возникающее в сечении круглого бруса, расположенном рядом с жесткой заделкой, если к свободному концу бруса приложена поперечная сила F . Вес бруса не учитывать.

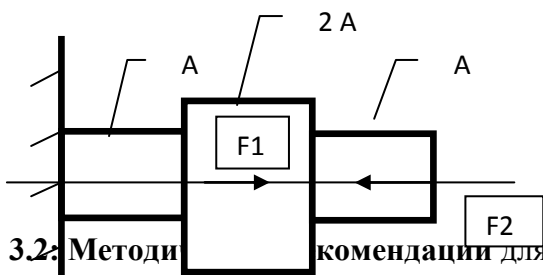


Исходные данные: Поперечная сила $F = 1100$

Н;

Длина бруса $L = 4 \text{ м}$; Диаметр бруса $d = 0,1 \text{ м}$.

Задача № 5: Построить эпюру напряжений σ в ступенчатом круглом брус, нагруженном продольными силами и указать на наиболее напряженный участок. Весом бруса пренебречь.



Исходные данные:

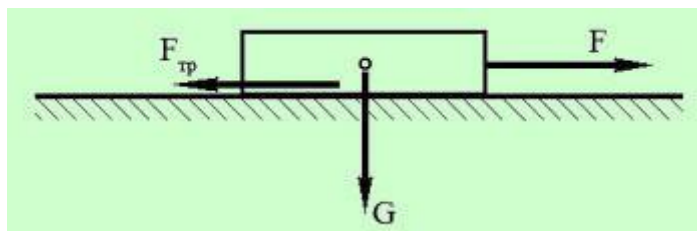
Силы: $F_1 = 120$ кН; $F_2 = 600$ кН;

Площадь сечения бруса: $A = 0,3$ м².

3.2: Методы рекомендации для выполнения контрольной работы по промежуточной аттестации учебной дисциплины «Техническая механика»:

1 – Пример решения задачи на трение:

Определить силу F , необходимую для равномерного перемещения бруса по горизонтальной шероховатой поверхности.



Исходные

данные:

Коэффициент трения между брусом и поверхностью $f = 0,6$
 Масса бруса m кг;
 Ускорение свободного падения g принять равным 10 м/сек².

Решение:

Эта задача решается с использованием законов движения тел под действием сил трения скольжения. Для того, чтобы тело равномерно перемещалось по поверхности без ускорения, сила трения должна быть равна силе тяги (т. е. искомой силе F): $F = F_{тр}$. Поскольку поверхность горизонтальная, сила трения равна весу тела, умноженному на коэффициент трения:

$$F_{тр} = fG, \quad \text{где: } G = mg - \text{вес тела.}$$

Тогда:

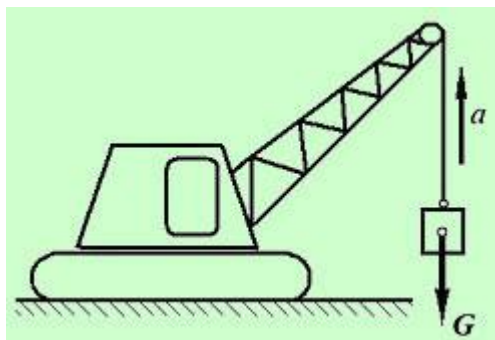
$$F = F_{тр} = fG$$

Задача решена.

2 – Пример решения задачи с использованием метода кинетостатики:

Определить силу натяжения в канате крановой установки F_k , поднимающей груз G с ускорением a .

Исходные						данные:
Масса	груза	m				тонн;
Ускорение	груза	a				м/сек ² ;
Ускорение свободного падения	принять равным	g	=	10		м/сек ² ;
Силой сопротивления воздуха пренебречь.						



Решение:

Для решения задачи используем метод кинетостатики (принцип Д'Аламбера), который основывается на введении понятия силы инерции и приведении подвижной системы к состоянию условного равновесия. Это позволяет использовать для решения задач Кинематики способы и методы Статики. Чтобы понять сущность этого принципа, представьте себе просмотр киносюжета, кадры которого сняты при малой скорости съемки, и движение тел на экране словно состоит из отдельных прерывистых фрагментов (или - как передвигается робот - урывками). Т. е. движение тела рассматривается состоящим из отдельных крохотных моментов, и в каждый такой микромомент тело находится в состоянии равновесия под действием движущей силы и силы инерции, сопротивляющейся движению.

Следует отметить, что сила инерции – понятие условное. Тем не менее, инертность тел – явление известное всем, поскольку, например, тяжелый шар трудно сдвинуть с места, а когда он, все-таки, покатится, его трудно остановить.

Итак, для решения этой задачи следует рассмотреть условие равновесия груза, который поднимается с ускорением a под действием некоторой системы сил. Реально к грузу приложены две силы – сила натяжения каната, и сила тяжести груза. Очевидно, что эти силы не равны по величине, поскольку груз поднимается с ускорением, значит, сила натяжения в канате больше силы тяжести.

Введем в систему упомянутую выше силу инерции, которая условно уравнивает разницу между силой натяжения в канате и силой тяжести, тогда груз будет находиться в условном равновесии.

Составим уравнение этого равновесия: $F_k - G - F^{ин} = 0$, где: F_k – сила натяжения каната (тяга крановой установки), G – вес груза, $F^{ин}$ – сила инерции.

Очевидно, что условие равновесия будет соблюдаться, если искомая сила F_k будет равна сумме сил тяжести и инерции.

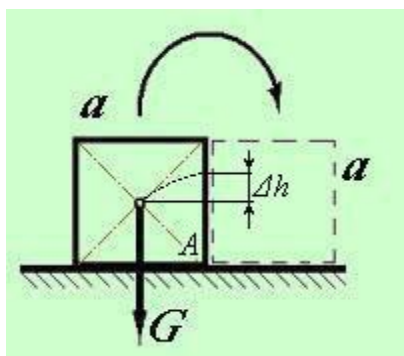
Силу тяжести G и силу инерции $F^{ин}$ можно вычислить, используя второй закон Ньютона, как произведение массы тела на ускорение, вызываемое этими силами: $G = mg$, где m – масса тела в кг, g – ускорение свободного падения; $F_{ин} = ma$, тогда:

$$F_k = G + F^{ин} = mg + ma = m(g + a)$$

Задача решена.

3 - Пример решения задачи из раздела Динамика:

Какую работу W необходимо совершить, чтобы повалить кубический предмет на боковую грань?



Исходные

данные:

Длина грани кубического предмета (ящика) a м;
 Масса кубического предмета m кг;
 Центр тяжести кубического предмета расположен в точке пересечения диагоналей;
 Ускорение свободного падения принять равным $g = 10 \text{ м/сек}^2$

Решение:

Как известно, работа любой силы равна произведению модуля этой силы на величину перемещения тела, вызванного действием этой силы. Искомая работа W равна работе по преодолению силы тяжести при подъеме центра масс ящика на высоту Δh , равную разности между половиной диагонали боковой грани ящика и половиной длины его стороны, т.е. – вся работа заключается в постановке ящика на ребро A . Длину диагонали грани можно найти по теореме Пифагора, или с применением тригонометрических зависимостей. Тогда:

$$W = mg\Delta h = mga(\sqrt{2} - 1)/2$$

Задача решена

4 – Пример решения задачи из раздела кинематика:

Автомобиль движется между городами Барнаул и Камень-на-Оби с постоянной скоростью v км/час. Определить частоту вращения n колес автомобиля и сколько оборотов n_1 сделает каждое колесо в течение поездки, если диаметр колеса d м (считать, что колеса автомобиля катятся без пробуксовки). Расстояние между городами принять равным l км.

Решение:

Для определения числа оборотов каждого колеса по пути следования, надо всю длину маршрута ($1\text{ км} = 1000\text{ м}$) разделить на длину окружности колеса ($l_k = \pi d$), тогда:

$$n_1 = l / \pi d.$$

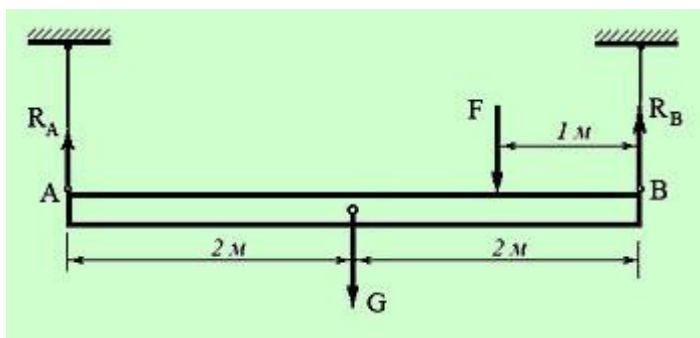
Для определения частоты вращения колеса можно определить время в пути автомобиля между городами ($t = S/v$, минут) и, разделив количество оборотов n_1 , совершенных колесом в пути на это время, определить число оборотов n колеса за одну минуту. Получим:

$$n = n_1 / t, \text{ об/мин}$$

Задача решена.

5 – Пример решения задачи из статики:

Балка висит на гибких связях горизонтально, нагружена собственным весом G , силой F и находится в состоянии равновесия. Определить реакцию гибкой связи R_A .



Исходные

данные:

Вес

балки

G

H ;

Сила

F

Н;

Расположение гибких связей и силовых факторов приведено на схеме.

Решение:

Из условия равновесия балки: сумма моментов всех приложенных к ней сил относительно любой точки балки равна нулю. Поскольку по условию задания нас интересует лишь реакция R_A , то уравнение моментов составляем относительно точки B (*момент неизвестной силы R_B относительно этой точки равен нулю*), при этом силы, стремящиеся повернуть балку вокруг точки B по часовой стрелке, мы считаем положительными, против часовой стрелки – отрицательными.

Тогда:

$$4R_A - 2G - F = 0, \quad \text{откуда:} \quad R_A = (2G + F)/4$$

Задача решена.

6 – Пример решения задачи на кинетостатику:

Определить силу тяги на крюке трактора, если ускорение, с которым трактор ведет прицеп, a м/с^2 .

Масса прицепа m , *тонн*, сопротивление движению F , *кН*.

Решение.

Задача решается с применением метода кинетостатики (принципа Даламбера). Реально на прицеп действует сила сопротивления движению (трение качения, трение в подшипниках колес и т.п.), которая зависит от массы прицепа, коэффициента трения и конструктивных особенностей ходовой части прицепа, а также сила тяги со стороны трактора.

Даламбер предложил для условного уравнивания системы сил ввести понятие силы инерции, которая всегда направлена в сторону, противоположную ускорению прицепа. Все эти силы создают уравновешенную систему, т. е. сумма всех сил в каждый момент времени равна нулю.

Исходя из этого, можно составить уравнение равновесия и определить силу тяги на крюке трактора:

$$F + F_{ин} - F_T = 0,$$

где: F – сила сопротивления движению (задана); $F_{ин} = ma$ – сила инерции; F_T – сила на крюке трактора (*которую нужно определить*).

$$F_T = F + F_{ин}$$

Задача решена.

7 – Пример решения задачи на динамику:

Определить скорость вагона массой m , *тонн* к началу торможения, если он остановился за время t , *минут* под действием средней силы торможения F , *кН*.

Решение.

Задача на уравнение ускоренного (в данном случае – замедленного) прямолинейного движения. Для решения используется формула, определяющая зависимость между конечной, начальной скоростью, ускорением и промежутком времени:

$$v = v_0 - a \times t,$$

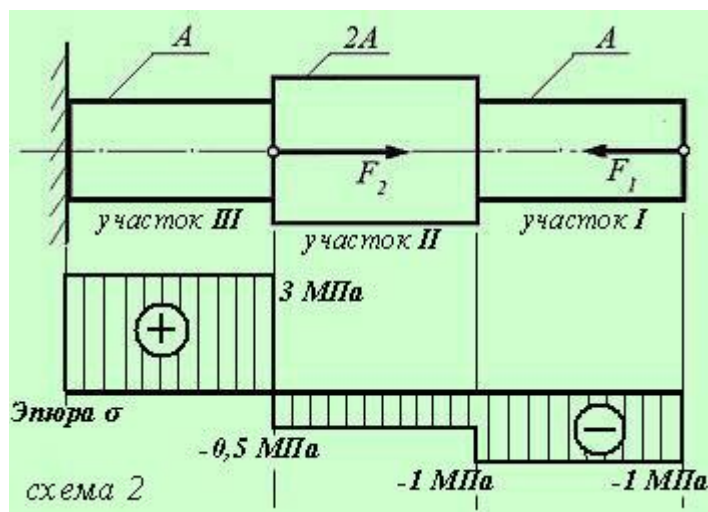
где v – конечная скорость вагона (после остановки равна нулю); v_0 – начальная скорость вагона (искомая), a – ускорение (замедление) вагона в результате торможения силой F (a определяем из второго закона Ньютона: $a = F/m$, m/c^2), t – время (в секундах) до полной остановки вагона.

Выражаем из уравнения скорость $v_0 = a \times t$, подставляем значения и подсчитываем.

Задача решена.

8 – Пример решения задачи на растяжение и сжатие:

Построить эпюру напряжений в ступенчатом круглом брус, нагруженном продольными силами и указать на наиболее напряженный участок. Весом бруса пренебречь.



Исходные

данные:

Силы:

F_1 = 100 кН;

F_2 = 400 кН;

Площадь сечения бруса: $A = 0,1 \text{ м}^2$.

Решение:

При построении эпюры напряжений используем метод сечений, рассматривая отдельные участки бруса, как самостоятельные его элементы, находящиеся в состоянии равновесия под действием реальных и условных нагрузок. При этом исследование сечений начинаем со стороны свободного конца бруса, т. е. со стороны, где приложены известные нам силы.

Сначала разбиваем весь брус на однородные участки, границами которых служат точки приложения силовых факторов и (или) изменение размеров сечения. Для нашего бруса можно выделить три таких однородных участка - I, II, III (см. схему 2).

Для каждого из участков определяем нормальные напряжения в сечениях по формуле $\sigma = F/A$, где: F - величина продольной силы в сечении, A - площадь сечения. При этом следует учитывать знаки: если сила растягивающая, то ее условно считают положительной, если сжимающая - отрицательной. Соответственно, напряжения будут иметь такие же знаки, как и силы.

После			подсчетов			получим:
σ_I	=	F_1/A	=	$-100 \times 10^3 / 0,1$	=	-1000000 Па (-1 МПа),
σ_{II}	=	$F_1/2A$	=	$-100 \times 10^3 / 2 \times 0,1$	=	-500000 Па (-0,5 МПа),
σ_{III}	=	$(F_2 - F_1)/A$	=	$(400 - 100) \times 10^3 / 0,1$	=	3000000 Па (3 МПа).

Построение эпюры напряжений начинаем с проведения линии, параллельной оси бруса (*эта линия условно изображает брус и является нулевой ординатой графика эпюры*). Затем, начиная от свободного конца бруса, откладываем от линии, как от нулевой ординаты, величины напряжений по каждому участку с учетом их знаков. На брус, приведенном в задании, величина напряжений в каждом сечении отдельных участков будет одинакова, и лишь в граничных (расположенных между соседними участками) сечениях появится скачок напряжения в виде ступени (*здесь используется принцип Сен-Венана, условно полагающий, что в месте приложения нагрузки напряжение изменяется скачкообразно*).

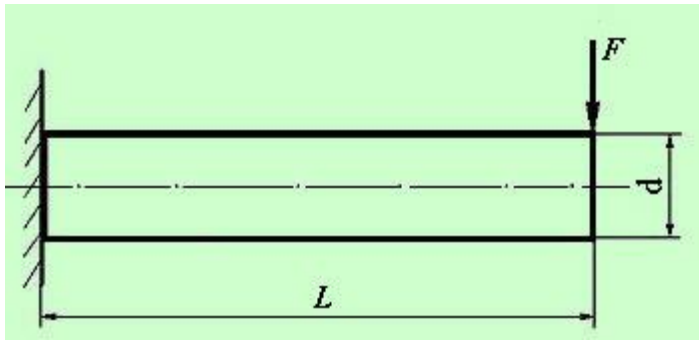
Построение эпюры завершается указанием на ее площадках знаков напряжения в кружках, проведением тонких линий перпендикулярно оси (нулевой ординаты) эпюры (*эти линии условно изображают сечения бруса*) и расстановкой величины напряжений на внешних углах графика (*на внутренних углах цифровые обозначения не наносятся*). Слева от эпюры указывается, что на ней изображено (в нашем случае - Эпюра σ)

В результате построений мы получим график (эпюру) распределения напряжений по каждому сечению бруса, визуальное исследование которого позволяет определить наиболее напряженный участок. Для бруса, представленного в задаче, максимальные напряжения возникают в сечениях участка III (см. схему). Поскольку эти напряжения положительны, они являются растягивающими

Задача решена.

9 – Пример решения задачи на изгиб:

Определить максимальное нормальное напряжение, возникающее в сечении круглого бруса, расположенном рядом с жесткой заделкой, если к свободному концу бруса приложена поперечная сила F . Вес бруса не учитывать.



Исходные

данные:

Поперечная	сила	F	Н;
Длина	бруса	L	м;
Диаметр бруса d , м.			

Решение:

Изгибающий момент силы F и возникающие в сечениях бруса напряжения зависят от расстояния между линией приложения (вектором) силы и плоскостью рассматриваемого сечения (очевидно, что величина изгибающего момента находится в прямо пропорциональной зависимости от расстояния до вектора силы). Поэтому для данного бруса изгибающий момент достигает максимального значения в сечении рядом с жесткой заделкой:

$$Mu_{\max} = FL$$

Максимальные нормальные напряжения в этом сечении можно определить по формуле:

$$\sigma_{\max} = Mu_{\max} / W,$$

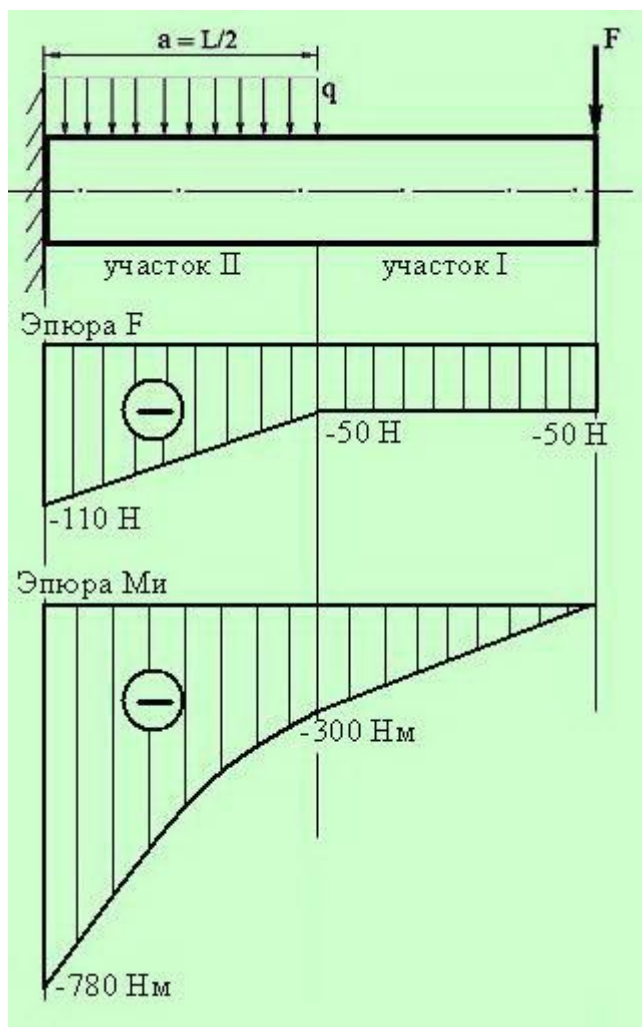
где: $W \approx 0,1d^3$ - момент сопротивления круглого сечения изгибу (или осевой момент сопротивления круглого сечения). Подставив зависимости и их величины в формулу, получим:

$$\sigma_{\max} \approx Mu_{\max} / 0,1d^3$$

Задача решена

10 – Пример решения задачи на изгиб с построением эпюр:

Построить эпюру поперечных сил и изгибающих моментов, действующих на защемленный одним концом брус (см. схему).



Исходные

данные:

Поперечная	сила	F	=	50	Н;
Распределенная	нагрузка	q	=	10	Н/м;
Длина	бруса	L	=	12	м;
Вес бруса не учитывать.					

Решение:

Для построения эпюр определим границы участков бруса, в пределах которых внешние нагрузки и размеры сечений одинаковы. Для данного бруса можно выделить два таких участка (*см. схему*).

Далее, используя метод сечений, строим эпюру поперечных сил, учитывая знаки. Очевидно, что на первом участке поперечная сила будет постоянной во всех сечениях, и эпюра представляет собой горизонтальную линию, отстоящую от оси эпюры на величину $-F$ (сила отрицательная).

В среднем сечении бруса начинает действовать распределенная нагрузка, которая линейно увеличивается и суммируется с поперечной силой F в каждом последующем сечении бруса по направлению к жесткой заделке. Поскольку эпюра поперечных сил на втором участке представляет собой отрезок наклонной прямой, то для ее построения

достаточно определить величину поперечной силы в середине бруса (очевидно, что здесь $F = 50 \text{ Н}$) и величину поперечной силы в сечении рядом с жесткой заделкой:

$$F_2 = -F - 6q = -50 - 10 \times 6 = -110 \text{ Н}.$$
По полученным значениям строим эпюру поперечных сил F (см. схему).

Построение эпюры изгибающих моментов строится аналогично эпюре поперечных сил - при помощи метода сечений. При этом учитывается расстояние от сечения, в котором приложена поперечная сила, до рассматриваемого сечения (плечо силы). Очевидно, что изгибающий момент от силы F будет увеличиваться прямо пропорционально по мере удаления от сечения, к которому она приложена, причем в крайнем сечении (где приложена сила) момент этой силы равен нулю (поскольку плечо силы равно нулю). В среднем сечении бруса изгибающий момент достигает значения: $M_u = FL/2 = 50 \times 6 = 300 \text{ Нм}$.

Начиная с середины бруса начинает действовать изгибающий момент от распределенной нагрузки q , который в каждом сечении определяется, как произведение приведенной силы $F_{np} = ql$ на половину расстояния l (здесь l - расстояние от рассматриваемого сечения до начала действия распределенной нагрузки). Очевидно, что по мере удаления от среднего сечения к жесткой заделке изгибающий момент от распределенной нагрузки q изменяется по квадратичной зависимости, и линия эпюры изгибающих моментов на втором участке представляет собой параболу.

Чтобы построить параболу недостаточно двух точек, необходимо определить величину изгибающего момента в нескольких сечениях бруса (на втором участке). При этом следует учитывать изгибающий момент от силы F , который суммируется с изгибающим моментом от распределенной нагрузки q на данном участке бруса. Максимальной величины изгибающий момент достигает в сечении рядом с жесткой заделкой:

$$M_{u_{\max}} = -FL + [-q \times (L/2) \times (L/4)] = -50 \times 12 + [-10 \times (12/2) \times (12/4)] = -780 \text{ Нм}.$$

Выполнив необходимые подсчеты, строим эпюру изгибающих моментов, начиная со свободного конца бруса (см. схему).

Задача решена.

4. Перечень рекомендуемых учебных изданий, дополнительной литературы

Основные источники:

- Ицкович Г.М. и др. Сборник задач и примеров расчета по курсу деталей машин. - М.: Машиностроение, 2013
- Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике - М.: Наука. 2015.
- Мовнин М.С. и др. Основы технической механики. - Л.; Машиностроение., 2014..

- Вереина Л.И., Краснов М.М. Техническая механика – М.: «Академия», 2013
- Сафонова Г.Г. и др. Техническая механика – М.: Инфра-М, 2013.

Дополнительные источники:

- Яблонский Л.А., Никифорова В.М. Курс теоретической механики. -М.: Высш. шк., 1984. - Ч. 1.
- Яблонский А.А. Курс теоретической механики. - М.; Л.: Высш. шк., 1977.
- Багреев В. В. и др. Сборник задач по технической механике. - Л.: Судостроение. 1993.
- Беляев П. М. Сопротивление материалов. - М.: Наука, 2004.
- Пашков П.П., Лил П.А. Техническая механика для строителей. М.: Высш. шк.. 1977.
- Решетов Д.Н. Детали машин. - М.: Машиностроение. 1989.
- Рубинин М.В. Руководство к практическим занятиям по сопротивлению материалов. Мл Росвузиздат, 2009.
- Феодосьев В. И. Сопротивление материалов. - М.: Наука, 1986 с.

и проинформировано, проинформировано

и заверено печатью 78

Ирина Александровна Чупрова



Директор Ирина Александровна Чупрова

«30» августа 2019 г.

