МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по выполнению практических работ
по дисциплине «**Механика (техническая механика)**»
для студентов направления подготовки

08.03.01 Строительство

Пятигорск, 2021

Содержание

Введение

Целью методических рекомендаций по изучению дисциплины является закрепление и углубление знаний, полученных при изучении теоретического материала по дисциплине «Механика (техническая механика)».

Целью проведения практических занятий является:

1. Обобщение, систематизация, закрепление полученных теоретических знаний по темам конкретным требованиям дисциплины
2. Формирование умений применять полученные знания на практике
3. Выработка оптимальных решений при решении практических задач предметной области

Ведущей целью практических занятий по дисциплине Механика (техническая механика)является формирование профессиональных компетенций и умений – выполнение определенных действий, необходимых в предметной области.

Методические рекомендации призваны обеспечить эффективность самостоятельной работы студентов с литературой, на основе рациональной организации ее изучения, облегчить подготовку студентов к сдаче экзамена, сориентировать их в направлении изучения материала по поставленным вопросам, дать возможность отработать навыки составления и оформления различных видов документов, как под контролем преподавателя, так и самостоятельно.

Практическое занятие 1

Тема: Определение кинематических характеристик точки.

Цель: дать студенту знания в области основ кинематики.

Знать: кинематические характеристики точки, дифференциальные уравнения движения точки;

общие теоремы динамики

Уметь: вычислять скорости и ускорения точек и точек тела при поступательном, вращательном и плоском движениях

Актуальность темы заключается в применении знаний в области кинематики на практике.

Теоретическая часть:

Классификация движения точки:

1. Если в течение некоторого времени $a_\tau = 0$ и $a_n = 0$, то точка движется равномерно и прямолинейно;

2. Если в течение некоторого времени $a_\tau \neq 0$ и $a_n = 0$, то точка движется неравномерно и прямолинейно;

3. Если в течение некоторого времени $a_\tau = 0$ и $a_n \neq 0$, то точка движется равномерно и криволинейно;

4. Если в течение некоторого времени $a_\tau \neq 0$ и $a_n \neq 0$, то точка движется неравномерно и криволинейно.

Виды движения твердого тела:

1. *Простейшие движения твердого тела:*

а. *Поступательное движение:* любой отрезок тела перемещается параллельно самому себе;

б. *Вращательное движение вокруг неподвижной оси:* две точки, неразрывно связанные с телом, остаются неподвижны;

2.*Плоскопараллельное (плоское) движение:* каждая точка тела движется в одной и той же плоскости;

3.*Сферическое движение:* одна точка, неразрывно связанная с телом, остается неподвижна;

4.*Свободное движение:* любое перемещение тела ничем не ограничено.

Плоскопараллельное (плоское), сферическое и свободное движения являются совокупностью простейших движений.

При ***поступательном движении*** *все точки тела описывают одинаковые (при наложении совпадающие) траектории и имеют в каждый момент времени одинаковые по модулю и направлению скорости и ускорения.*

При поступательном движении кинематическими характеристиками тела являются линейная скорость и линейное ускорение этого тела

При ***вращательном движении*** для определения положения вращающегося тела используют понятие *угол поворота тела* φ (рисунок 5). Угол поворота связан со временем зависимостью, называемой уравнением вращательного движения

$$\varphi = f(t) \ .$$

Кинематическими характеристиками вращательного движения являются *угловая скорость* ω и *угловоеускорение* ε.

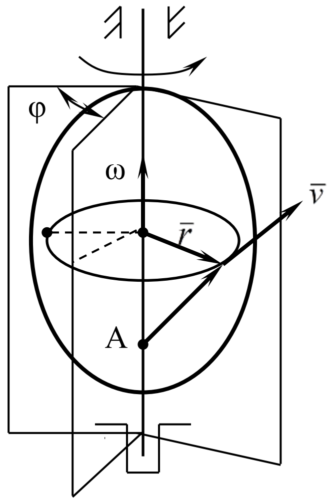


Рисунок 5.

Угловая скорость тела равна первой производной по времени от угла поворота тела

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt}.$$

Вектор угловой скорости направлен по оси вращения тела в ту сторону, откуда вращение видно происходящим против хода часовой стрелки.

Угловое ускорение тела равна первой производной от его угловой скорости или второй производной от угла поворота тела по времени

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}.$$

Вектор углового ускорения направлен по оси вращения в ту же сторону, что и вектор угловой скорости, когда вращение ускоренное, и в обратную сторону, когда вращение замедленное.

Величина скорости точки вращающегося тела равна произведению угловой скорости на расстояние от точки до оси вращения

$$v = \omega \cdot OM$$

Вектор скорости точки вращающегося тела направлен *перпендикулярно прямой,* соединяющей эту точку с осью вращения, и *перпендикулярно самой оси вращения* и определяется по формуле Эйлера

$$\bar{v} = \bar{\omega} \cdot \bar{r},$$

где $\bar{r}$ – радиус-вектор, проведенный из любой точки, лежащей на оси вращения, к рассматриваемой точке твердого тела.

Полное ускорение точки вращающегося тела разлагается на две составляющие: *вращательное (a_ε)* и *осестремительное (a_ω)*, и его величина равна корню квадратному из суммы квадратов этих составляющих

$$a = \sqrt{a_\varepsilon{}^2 + a_\omega{}^2}.$$

Вращательное ускорение направлено в ту же сторону, что и скорость, когда движение ускоренное и в обратную сторону, когда движение замедленное.

Величина вращательного ускоренияточки равна произведению углового ускорения тела на расстояние от точки до оси вращения

$$a_\varepsilon = \varepsilon \cdot OM.$$

В векторной форме: $\bar{a}_\varepsilon = \bar{\varepsilon} \times \bar{r}$.

Осестремительное ускорение направлено к оси вращения. *Величина осестремительного ускорения точки* равна произведению квадрата угловой скорости тела на расстояние от точки до оси вращения

$$a_\omega = \omega^2 \cdot OM.$$

В векторной форме: $\bar{a}_{\omega} = \bar{\omega} \cdot (\bar{\omega} \cdot \bar{r})$.

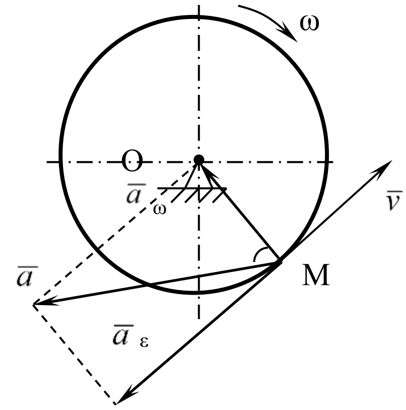


Рисунок 6. Направление векторов скорости и ускорений при замедленном движении вращающегося тела.

Вектор полного ускорения любой точки вращающегося тела направлен под углом φ к прямой, соединяющей эту точку с осью вращения. Тангенс этого угла равен отношению углового ускорения тела к квадрату его угловой скорости

$$tg\,\varphi = \frac{\varepsilon}{\omega^2}.$$

При ***плоскопараллельном (плоском) движении:***

Всякое непоступательное перемещение плоской фигуры в ее плоскости может быть осуществлено как совокупность простейшихдвижений: *поступательного* вместе с выбранной точкой фигуры, называемой полюсом и *вращения* вокруг оси, проходящей через полюс.

Кинематическими характеристиками являются мгновенная угловая скорость ω, мгновенное угловое ускорение ε плоской фигуры, линейная скорость и линейное ускорение, точки выбранной за полюс.

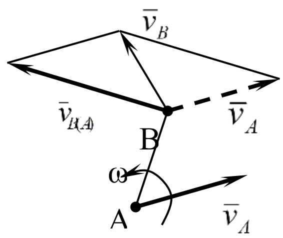


Рисунок 7. Определение скоростей точек плоской фигуры.

Формула распределения скоростей точек при плоском движении(рисунок7):

$$\bar{v}_B = \bar{v}_A + \bar{v}_{B(A)},$$

где $\bar{v}_A$ – скорость полюса A;

$\bar{v}_B$ – скорость любой точки B;

$\bar{v}_{B(A)}$– скорость, которую получает точка B при вращении плоской фигуры вокруг полюса A;

$$v_{A(B)} = \omega \cdot AB;$$

Вектор скорость $\bar{v}_{B(A)}$ перпендикулярен прямой AB.

Скорость любой точки B плоской фигуры геометрически складывается из скорости какой-нибудь другой точки A, принятой за полюс, и скорости, которую точка B получает при вращении фигуры вокруг этого полюса.

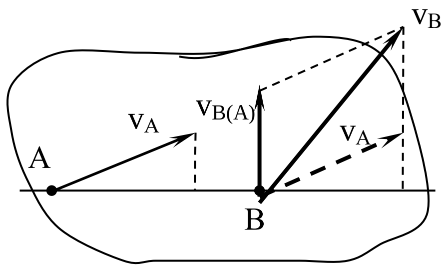


Рисунок 8.

Для определения скоростей плоской фигуры используют наиболее простой и удобный метод, основанный на ***теореме о проекциях скоростей двух точек тела:*** *проекции скоростей двух точек на ось, проходящую через эти точки, равны друг другу* (рисунок 8)

$$v_B \cos\beta = v_A \cos\alpha \,.$$

Другой простой и наглядный способ определения скоростей точек плоской фигуры (или тела при плоском движении) основан на понятии о *мгновенном центре скоростей*.

Мгновенный центр скоростей – точка, скорость которой в данный момент времени равна нулю.

Скорость точек плоской фигуры равна произведению мгновенной угловой скорости фигуры (ω, рад/с) на расстояние от точки до МЦС (рисунок 9, а)

$$v_A = \omega \cdot PA \;,$$

где PA – расстояние от МЦС (т.Р) до точки А.

Вектор скорости плоской фигуры *направлен перпендикулярно прямой,* соединяющей эту точку с МЦС, и лежит в плоскости фигуры.

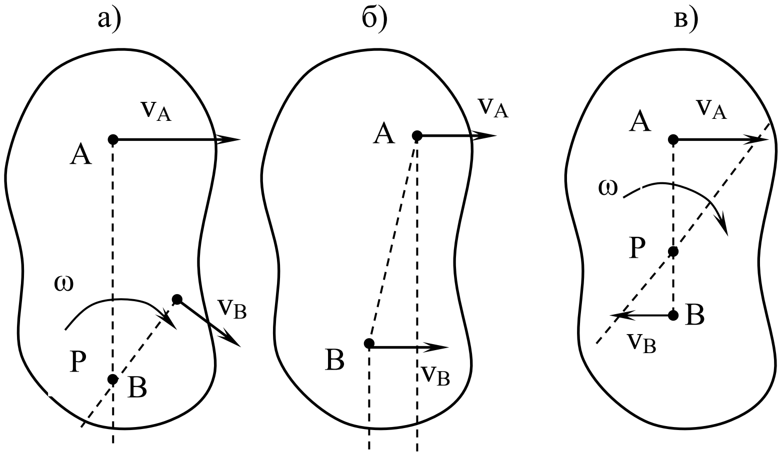


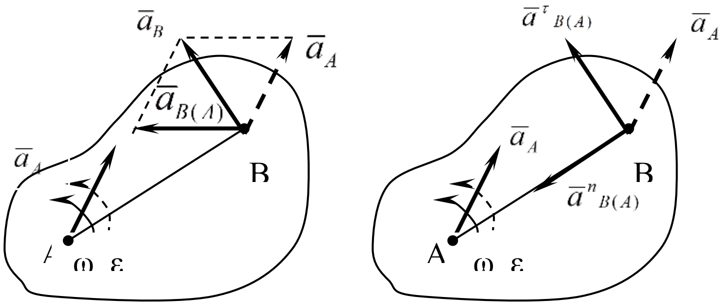
Рисунок 9. Нахождение мгновенного центра скоростей.

Отношение величин скоростей точек плоской фигуры к расстоянию от этих точек до МЦС является величиной постоянной для всех точек плоской фигуры и равно мгновенной угловой скорости фигуры (рисунок 9, а и в)

$$\frac{v_A}{AP} = \frac{v_B}{BP} = \ldots = \omega \,.$$

Для определения МЦС необходимо к известным векторам скоростей двух точек, если они не параллельны, провести перпендикуляры – точка пересечения перпендикуляров будет МЦС (т.Р).

Если векторы скоростей двух точек плоской фигуры равны друг другу и располагаются параллельно, то МЦС находится в бесконечно удаленной точке (рисунок 9, б).



а) б)

Рисунок 10. Определение ускорений точек плоской фигуры.

* На рисунке сплошная дуговая стрелка показывает направление угловой скорости ω (направление вращения), а пунктирная – направление углового ускорения ε. При ускоренном вращении обе стрелки будут направлены в одну сторону, а при замедленном – в разные.

Для определения ускорений точек плоской фигуры (рисунок 10, а) используют выражение

$$\overline{a}_B = \overline{a}_A + \overline{a}_{B(A)} \quad ,$$

где a_A – ускорение полюса A;

a_B – ускорение любой точки В плоской фигуры;

$a_{B(A)}$ – ускорение, которое получает точка В при вращении плоской фигуры вокруг полюса А.

Ускорение любой точки В плоской фигуры геометрически складывается из ускорения какой-нибудь другой точки А, принятой за полюс, и ускорения, которое точка В получает при вращении фигуры вокруг этого полюса.

При решении задач более удобно вектор $\overline{a}_{B(A)}$ заменить на его составляющие: касательную $\overline{a}^{\tau}{}_{B(A)}$ и нормальную $\overline{a}^{n}{}_{B(A)}$ (рисунок 10, б), получая выражение следующего вида

$$\overline{a}_B = \overline{a}_A + \overline{a}^{\tau}{}_{B(A)} + \overline{a}^{n}{}_{B(A)},$$

где вектор $\overline{a}^{\tau}{}_{B(A)}$ направлен перпендикулярно АВ в сторону вращения, если оно ускоренное, и против вращения, если оно замедленное и определяется

$$\overline{a}^{\tau}{}_{B(A)} = AB \cdot \varepsilon;$$

вектор $\overline{a}^{n}{}_{B(A)}$ всегда направлен от точки В к полюсу А и определяется

$$\overline{a}^{n}{}_{B(A)} = AB \cdot \omega^2.$$

Если полюс А движется не прямолинейно, то его ускорение можно представить как сумму касательной $\overline{a}^{\tau}{}_{A}$ и нормальной $\overline{a}^{n}{}_{A}$ составляющих, тогда

$$\overline{a}_B = \overline{a}^{\tau}{}_{A} + \overline{a}^{n}{}_{A} + \overline{a}^{\tau}{}_{B(A)} + \overline{a}^{n}{}_{B(A)}.$$

Если точка В движется криволинейно и ее траектория известна, то $\overline{a}_B$ можно представить в виде суммы касательной и нормальной составляющих

$$\overline{a}_B = \overline{a}^{\tau}{}_{B} + \overline{a}^{n}{}_{B}.$$

При непоступательном движении плоской фигуры для определения ускорений используют понятие *мгновенный центр ускорений* (МЦУ).

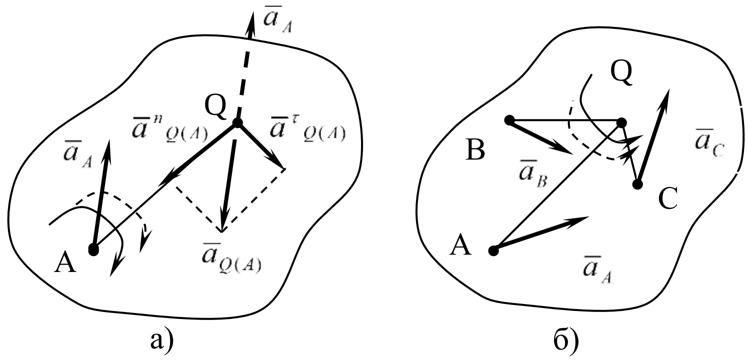


Рисунок 11. Определение мгновенного центра ускорений.

*Мгновенный центр ускорений (*Q*) – точка, ускорение которой в данный момент времени равна нулю.*

Положение мгновенного центра ускорений Q (рисунок 11) определяется формулами:

$$tg\alpha = \frac{\varepsilon}{\omega^2};$$

$$AQ = \frac{a_A}{\sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}}.$$

Откладываем угол α от ускорения $\bar{a}_A$ (в сторону мгновенного вращения, если оно ускоренное, и в противоположную сторону, если оно замедленное), получаем полупрямую, на которой на расстоянии AQ лежит мгновенный центр ускорений Q (рисунок 11, а).

Если мгновенный центр ускорений принять за полюс, то ускорение любой точки B плоской фигуры (рисунок 11, б) определяется по формуле

$$a_B = BQ\sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}.$$

Ускорения точек плоской фигуры определяются в данный момент времени так, как если бы движение фигуры было вращением вокруг мгновенного центра ускорений Q.

Отношение величин ускорений точек плоской фигуры к расстоянию от этих точек до МЦУ определяется отношением

$$\frac{a_B}{BQ} = \frac{a_A}{AQ} = ... = \sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}.$$

Ускорения точек плоской фигуры пропорциональны их расстояниям от мгновенного центра скоростей.

Вопросы и задания:

1. Что изучает кинематика?
2. Перечислите способы задания движения точки.
3. Запишите формулу определения полного ускорения точки, движущейся вращательно.
4. Дайте определение мгновенного центра ускорения.

Практическое занятие 2

Тема: Плоскопараллельное движение твердого тела.

Цель: приобретение умений приводить плоскую произвольную систему сил к заданному центру.

Знать: реакции связей,

условий равновесия плоской и пространственной систем сил,

Уметь: составлять и решать уравнения равновесия;

Актуальность темы объясняется сведением системы с несколькими силами к заданному центру, тем самым упрощая схему и расчет.

Теоретическая часть:

1. Рассмотрим произвольную систему сил $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n)$.Выберем произвольную точку O за центр приведения и, воспользовавшись теоремой о параллельном переносе силы, перенесем все силы системы в данную точку, не забывая при переносе каждой силы добавлять присоединенную пару сил.

Полученную таким образом систему сходящихся сил заменим одной силой $\vec{R}$, равной главному вектору исходной системы сил. Образовавшуюся при переносе систему пар сил заменим одной парой с моментом $\vec{M}_0$, равным геометрической сумме моментов всех пар сил (т.е. геометрической суммой моментов исходной системы сил относительно центра O).

Такой момент называется ***главным моментом системы сил относительно центра О*** (рис. 1.30).

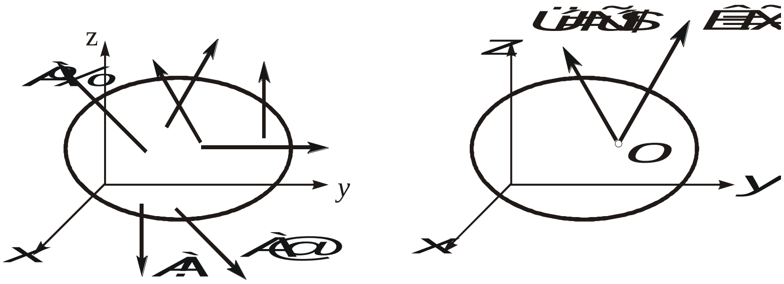


Рис. 1.30. Приведение системы сил к центру

Итак, любую систему сил всегда можно заменить всего двумя силовыми факторами - ***главным вектором и главным моментом относительно произвольно выбранного центра приведения***. Очевидно, что главный вектор системы сил не зависит от выбора центра приведения (говорят, что главный вектор инвариантен по отношению к выбору центра приведения). Очевидно также, что главный момент таким свойством не обладает, поэтому необходимо всегда указывать, относительно какого центра определяется главный момент.

Вопросы и задания:

1. Что такое главный вектор?
2. Что такое главный момент системы?
3. Приведение системы к заданному центру.
4. Параллельный перенос сил это...?

Практическое занятие 3

Тема: Центральное растяжение и сжатие

Цель: научиться решать задачи на растяжение - сжатие

Знать: принципы сопротивления конструкционных материалов, методы и алгоритмы проектирования различных механических систем; методы и алгоритмы конструирования элементов различных механических систем, методики расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов машин и их конструкций;

Уметь: осуществлять рациональный выбор конструкционных и эксплуатационных материалов; производить расчеты на прочность и жесткость при растяжении-сжатии, кручении, изгибе и сложном нагружении, при статическом и ударном приложении нагрузок; выполнять стандартные виды прочностных расчетов.

Актуальность темы объясняется основными принципами определения внутренних факторов возникающих в задачах на растяжение – сжатие..

Теоретическая часть:

В природе различают упругое, упругопластичное и вязкопластичное твердые тела. Упругое тело после снятия внешней нагрузки восстанавливает свои первоначальные размеры и форму. В этом случае деформация тела называется упругой. Упругопластичное тело восстанавливает свои первоначальные размеры и форму неполностью, т. е. имеет место остаточная деформация. В инженерных сооружениях и механических машинах не допустимо появление остаточных деформаций.

От действия внешних нагрузок в поперечных сечениях возникают внутренние силовые факторы, которые определяют, используя метод сечений. Твердое тело, находящееся под действием внешних нагрузок мысленно рассекают на две части и рассматривают равновесие одной из частей. Действие отброшенной части на оставшуюся заменяют внутренними нагрузками, приложенными в рассматриваемом сечении. Составляя уравнения равновесия оставшейся части от действия внешних и внутренних силовых факторов, находят последние.

Важнейшими понятиями являются напряжения и деформации.

При нагружении тела растягивающими или сжимающими силами определяются напряжения, деформации и удлинения. Внутренняя сила взаимодействия, отнесенная к единице площади, выделенной в окрестности какой-либо точки поперечного сечения тела, называется напряжением в этой точке. Таким образом величина напряжений в каждой точке сечения является мерой внутренних сил, которые возникают в материале в результате воздействия внешних нагрузок. Нормальные напряжения σ при растяжении-сжатии в поперечных сечениях тела определяются из соотношения $\sigma = N/S$, где N - действующее в сечении внутренняя продольная (нормальная) сила; S - площадь поперечного сечения. Напряжения и деформации в пределах упругой деформации связаны между собой законом Гука, т. е. $\sigma = \varepsilon E$, где E - модуль упругости материала (модуль Юнга), ε – относительная продольная деформация.

Расчетные значения напряжений сравнивают с допускаемыми $[\sigma]$, которые определяют путем деления некоторых предельных значений на коэффициент запаса прочности s($[\sigma] = \sigma_{пр}/s$). За предельные значения напряжений принимают предел прочности (для хрупких материалов) или предел текучести (для пластичных материалов), которые получают при испытаниях стандартных образцов на разрывных машинах. При этом строят в координатах напряжение-деформация условную диаграмму растяжения. Условной диаграмму называют потому, что напряжения и деформации вычисляют соответственно по отношению к первоначальной площади сечений и длине образца. Используя условную диаграмму растяжения, необходимо уметь определять механические характеристики материала: предел пропорциональности, предел упругости, предел текучести и предел прочности и относительное остаточное удлинение при разрыве.

Иногда для изучения значительных пластических деформаций необходимо знать истинную диаграмму растяжения, получаемую путем деления растягивающей силы на истинную площадь поперечного сечения образца (с учетом уменьшения поперечных размеров сечения при растяжении).

Необходимо обратить внимание, что закон Гука, связывающий напряжения и деформации через модуль упругости материала, справедлив только до предела пропорциональности. Продольные деформации при растяжении связаны с поперечными деформациями с помощью коэффициента Пуассона.

При определении напряжений и деформаций в статически неопределимых системах необходимо учитывать, что возникающие при этом в стержнях силы зависят от жесткости стержня, т.е. от площадей поперечных сечений и модулей упругости материала.

Вопросы и задания:

1. Какие твердые тела встречаются в природе?
2. Какие внутренние силовые факторы возникают в стержнях?
3. В чем заключается метод сечений?
4. Сформулируйте закон Гука.
5. Что такое истинная диаграмма растяжения?

Практическое занятие 4

Тема: Определение внутренних усилий, определение деформаций и перемещений
Цель: научиться определять внутренние усилия
Знать: принципы сопротивления конструкционных материалов, методы и алгоритмы проектирования различных механических систем; методы и алгоритмы конструирования элементов различных механических систем, методики расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов машин и их конструкций;
Уметь: осуществлять рациональный выбор конструкционных и эксплуатационных материалов; производить расчеты на прочность и жесткость при растяжении-сжатии, кручении, изгибе и сложном нагружении, при статическом и ударном приложении нагрузок; выполнять стандартные виды прочностных расчетов.

Актуальность темы объясняется основными принципами определения внутренних факторов возникающих в задачах на растяжение – сжатие..

Теоретическая часть:

Пример решения задачи на тему «растяжение и сжатие»

Построить по длине бруса, согласно схеме нагружения (рис. 1.1), эпюры продольных сил *N*, нормальных напряжений σ и перемещений поперечных сечений. Сделать вывод о прочности бруса, сравнив значения нормальных напряжений в опасном сечении с допустимым, если материал бруса — сталь 3 ($E = 2{,}0 \cdot 10^5$ *МПа*, $[\sigma] = 240$ *МПа).*

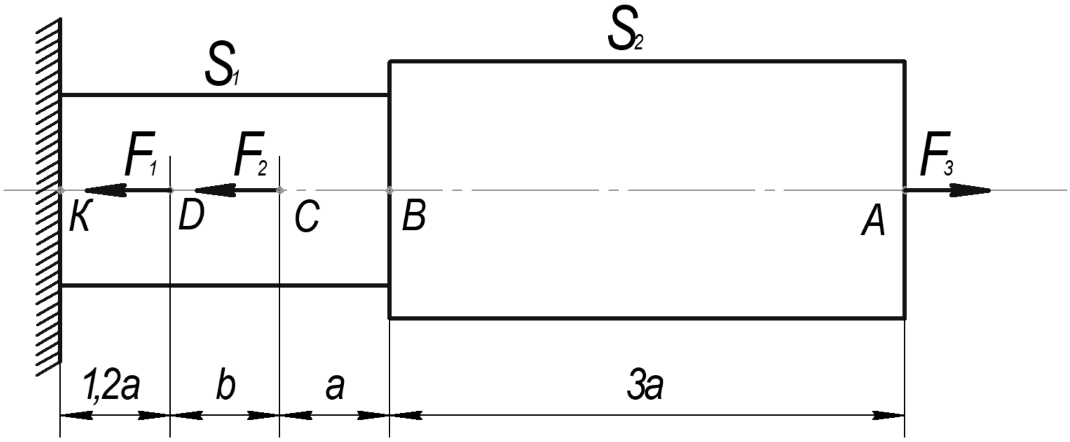


Рисунок 1.1

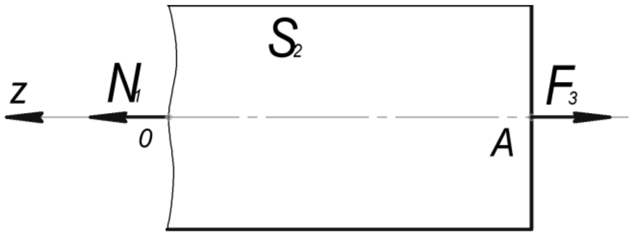
Дано: $F_1 = 10$ *кН*; $F_2 = 12$ *кН*; $F_3 = 30$ *кН*; $S_1 = 200$ *мм*^{2}; $S_2 = 300$ *мм*^{2};

$a = 0{,}3$ *м*, $b = 0{,}4$ *м*.

Решение:

Имеем четыре участка нагружения (*AB, BC, CD, DK*), в пределах которых напряжения будут иметь постоянные значения.

Участок 1 (AB). Рассечём, мысленно, стержень в местах, где необходимо определить значения внутренних усилий и внутренних напряжений. Одну из частей (левую) отбросим (рис. 1.2), а для оставшейся составим уравнение равновесия $\sum F_i = N_1 - F_3 = 0$, заменив при этом действие отброшенной части на оставшуюся неизвестной внутренней силой N_1.



,

Рисунок 1.2

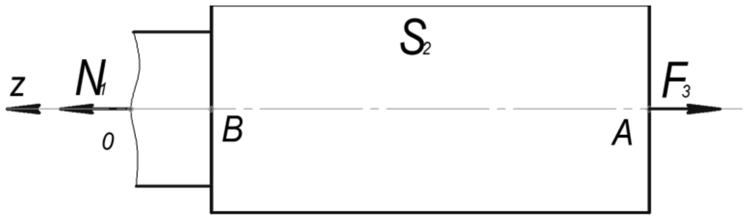
Тогда, $N_1 = F_3 = 30$ *кН.*

Значение напряжений на участке: $\sigma_1 = \dfrac{N_1}{S_2} = \dfrac{30 \cdot 10^3}{300} = 100$ *МПа.*

Абсолютная деформация участка (относительные перемещения концов участка):

$$\Delta l_{AB} = \frac{\sigma_1 \cdot l_{AB}}{E} = \frac{100 \cdot 900}{2{,}0 \cdot 10^5} = 0{,}45 \text{ мм.}$$

Участок 2 (ВС).



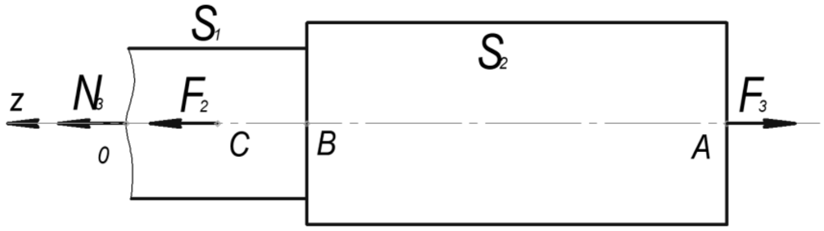
$$N_2 - F_3 = 0,$$

$$N_2 = F_3 = 30 \text{ кН.}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{S_1} = \frac{30 \cdot 10^3}{200} = 150 \text{ МПа.}$$

$$\Delta l_{BC} = \frac{\sigma_2 \cdot l_{BC}}{E} = \frac{150 \cdot 300}{2{,}0 \cdot 10^5} = 0{,}22 \text{ мм.}$$

Участок 3 (DC).



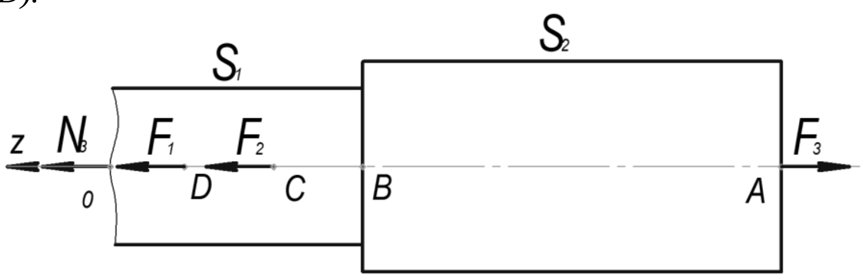
$$N_3 - F_3 + F_2 = 0,$$

$$N_3 = 30 - 12 = 18 \text{ кН.}$$

$$\sigma_3 = \frac{N_3}{S_1} = \frac{18 \cdot 10^3}{200} = 90 \text{ МПа.}$$

$$\Delta l_{DC} = \frac{\sigma_3 \cdot l_{DC}}{E} = \frac{90 \cdot 400}{2{,}0 \cdot 10^5} = 0{,}18 \text{ мм.}$$

Участок 4 (KD).



$$N_4 - F_3 + F_2 + F_1 = 0,$$

$$N_4 = 30 - 12 - 10 = 8 \text{ кН.}$$

$$\sigma_4 = \frac{N_4}{S_1} = \frac{8 \cdot 10^3}{200} = 40 \text{ МПа.}$$

$$\Delta l_{KD} = \frac{\sigma_4 \cdot l_{KD}}{E} = \frac{40 \cdot 360}{2{,}0 \cdot 10^5} = 0{,}07 \text{ мм.}$$

Для построения эпюры перемещений поперечных сечений, определим расстояния, на которые переместятся концы участков нагружения относительно жестко заделанного левого конца стержня (точки *K*).

Перемещение точки *D* относительно точки *K*:

$\delta_{DK}=\Delta l_{KD}=0{,}07$ *мм.*

Тогда, перемещение точки *C* относительно точки *K*составит:

$\delta_{CK}=\delta_{DK}+\Delta l_{KD}=0{,}07+0{,}18=0{,}25$ *мм.*

Аналогично определим перемещения остальных концов участков:

$\delta_{BK}=\delta_{CK}+\Delta l_{BC}=0{,}25+0{,}22= 0{,}47$ *мм,*

$\delta_{AK}=\delta_{BK}+\Delta l_{AB}=0{,}47+0{,}45= 0{,}92$ *мм.*

Построив и проанализировав эпюры продольных сил *N*, нормальных напряжений σ и перемещений поперечных сечений (рис. 1.3), делаем вывод, что опасным участком вала является участок *BC* с $\sigma_{max}= 150$ *МПа*.

Т.к. $\sigma_{max}<[\sigma]$, то условие прочности выполняется.

Определим степень загруженности стержня:

$$\frac{\sigma_{\max}}{[\sigma]} = \frac{150}{240} = 0{,}625.$$

Стержень нагружен на 62,5 %.

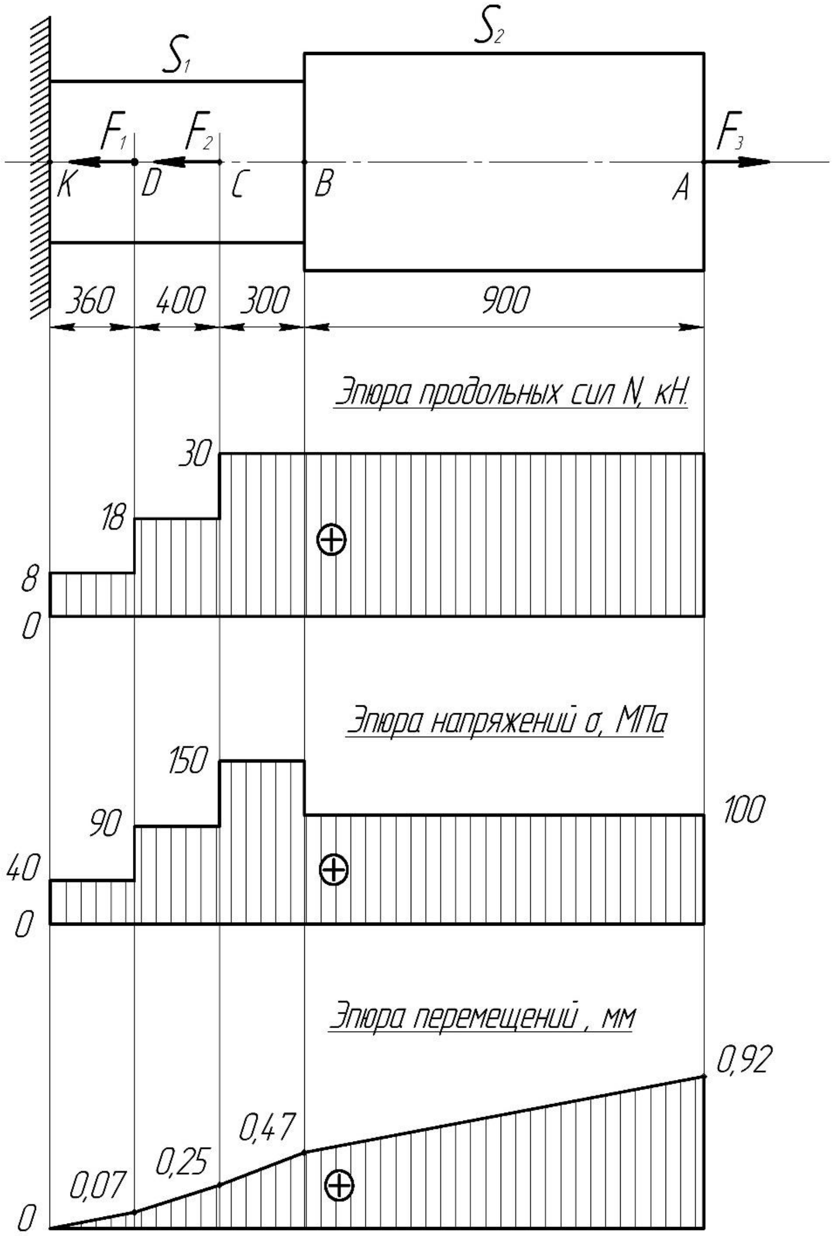


Рисунок 1.3

Вопросы и задания:

1. Какие твердые тела встречаются в природе?
2. Как определяются внутренние силовые факторы?
3. В чем заключается метод сечений?
4. Сформулируйте закон Гука.
5. Что такое истинная диаграмма растяжения?

Список литературы

Перечень основной литературы

1. Межецкий, Г.Д. Техническая механика / Г.Д. Межецкий, Г.Г. Загребин, Н.Н. Решетник. – 5-е изд. – Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2015. – 432 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: . – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-394-02628-7. – Текст : электронный.

Перечень дополнительной литературы:

1. Техническая механика / Н.А. Костенко, С.В. Балясникова, Ю.Э. Волошановская и др. ; ред. Н.А. Костенко. – Москва :Директ-Медиа, 2014. – 485 с. : рис., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=226084 . – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4458-6217-8. – Текст : электронный.