

Семинар по РК-1

Кинематический и динамический анализ механизмов

Цель семинара: решение типовых задач для подготовки к первому рубежному контролю

Задачи семинара:

1. Методы решения задач по кинематическому анализу механизма
2. Методы решения задач на построение динамической модели (определение параметров динамической модели):
 - приведение сил и моментов сил
 - приведение масс и моментов инерции
3. Задачи на построение цикловых диаграмм моментов сил и работ
4. Задачи на применение метода Мерцалова Н.И. при динамическом исследовании механизма, на построение цикловых диаграмм угловой скорости и углового ускорения

Далее...

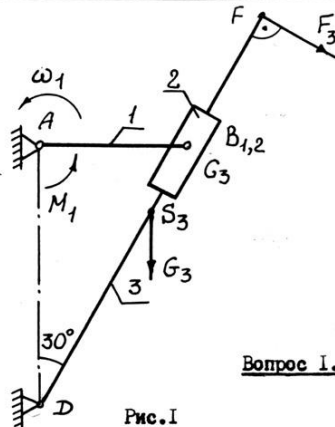
Пример карты рубежного контроля

Кафедра Теории механизмов
МВТУ им.Н.Э.Баумана

Контрольная работа
№ I-6

Раздел: "Движение механизма под действием
приложенных сил"

Билет № 461512
Пульт № 15
Программа № I



Исходные данные

- $l_{AB} = 0,4 \text{ м}$
- $l_{DF} = \frac{3}{2} l_{AC}$
- $l_{DG3} = \frac{1}{2} l_{DF}$
- $\omega_1 = 10 \text{ рад/с}$
- $F_3 = 100 \text{ Н}$
- $G_3 = 100 \text{ Н}$
- $M_1 = 50 \text{ Н·м}$
- $J_{G3} = 1 \text{ кг·м}^2$

Вопрос I. Определить величину скорости v_F м/с точки F в заданном положении механизма (рис. I)

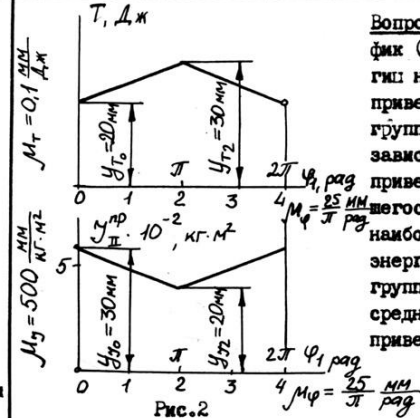
- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3,0 | 2,0 | 4,0 | 1,5 | 1,0 |

Вопрос II. Выбрав за звено привода звено I механизма (рис. I), определить суммарный приведенный момент M_{Σ}^{np} Н·м от силы F_3 и момента M_1

- | | | | | |
|------|------|-----|-----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| -7,0 | +2,0 | +30 | +80 | -20 |

Вопрос III. Выбрав за звено привода звено I механизма (рис. I) определить приведенный момент инерции J_{Σ}^{np} , кг·м² звена 3, приняв $g = 10 \text{ м/с}^2$.

- | | | | | |
|-------|-------|------|--------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0,225 | 62,50 | 6,25 | 0,2875 | 12,5 |



Вопрос IV. На рис. 2 представлен график (T, φ) кинематической энергии некоторого механизма и график приведенного момента инерции второй группы его звеньев ($J_{II}^{np} = \text{Var}$) в зависимости от угла поворота звена привода φ_1 за цикл установившегося режима. Определить величину наибольшего изменения кинетической энергии ($\Delta T_{I.}$) на φ_1 первой группы звеньев ($J_{I.}^{np} = \text{const}$), если средняя угловая скорость звена привода $\omega_{1cp} = 10 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$

- | | | | | |
|----|-------|-----|-----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 99 | 100,1 | 500 | 101 | 500 |

Вопрос V. В механизме, работающем в установившемся режиме с коэффициентом неравномерности вращения δ угловая скорость звена привода ω_1 рад/с была увеличена в 2 раза и стала $\omega_1^* = 2\omega_1$. Какова станет величина необходимого момента инерции $J_{I.}^{np*}$ первой группы звеньев ($J_{I.} = \text{const}$) если момент инерции II группы звеньев ($J_{II}^{np} = \text{Var}$) $J_{II}^{np*} = 0$, а силовое нагружение механизма и коэффициент неравномерности вращения δ остались прежними.

- | | | | | |
|--|-------------------------------|--|------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| $J_{I.}^{np*} = \frac{J_{I.}^{np}}{2}$ | $J_{I.}^{np*} = 2J_{I.}^{np}$ | $J_{I.}^{np*} = \frac{J_{I.}^{np}}{4}$ | $J_{I.}^{np*} = J_{I.}^{np}$ | $J_{I.}^{np*} = 4J_{I.}^{np}$ |

Первая задача относится к разделу кинематического анализа плоских рычажных механизмов.

Вторая и третья задачи относятся к методам построения одномассной динамической модели. Вторая посвящена приведению сил и моментов сил, третья – приведению масс и моментов инерции.

Четвертая и пятая задачи отражают раздел курса по исследованию динамики механизма энергетическим методом, определению закона движения механизма по методу Мерцалова Н.И. Здесь необходимо на практике применить теорему об изменении кинетической энергии, знание характерных особенностей движения при установившемся и неустановившемся режимах работы машины.

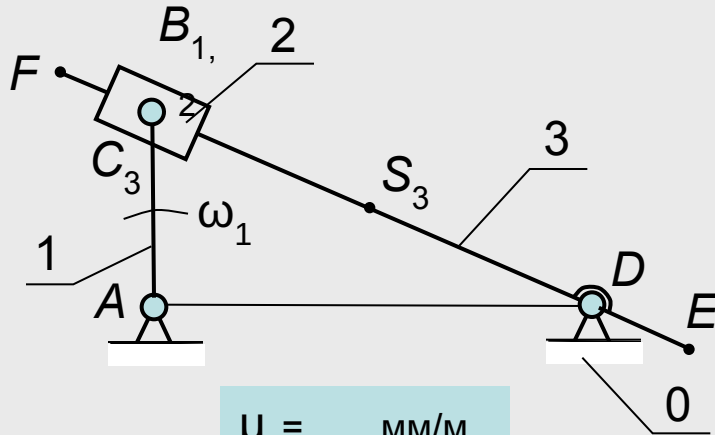
Каждая задача имеет пять ответов, из которых нужно определить правильный или неправильный. Чаще в ответе необходимо выбрать один неправильный ответ, среди четырех правильных. При ответе необходимо следить за знаком расчетной величины. Ответ должен обязательно сопровождаться пояснениями. Ответы без пояснений не зачитываются. Результаты рубежного контроля отражаются на первой странице в таблице

1	2	3	4	5
2	4	1	4	2

Оценка за рубежный контроль поставляется следующим образом: 0 – отсутствовал или присутствовал, но не сдал листок с результатами, 1 – принял участие в РК, но не дал ни одного правильного ответа, 2 – один правильный ответ, 2,5 – два правильных ответа, 3 – три, 4 – четыре и 5 – пять правильных ответов. Пересдача рубежного контроля возможна только для студентов, пропустивших по его уважительным причинам при их желании.

На картах не чертить, не рисовать и не отмечать правильных ответов (особенно если вы их не знаете). Даже если знаете, то все равно не отмечайте.

Кинематическая схема механизма (план положений)

 $\mu_l = \dots \text{ мм/м}$

Исходные данные:

$$l_{CD} = 2l_{AB}; \quad l_{FC} = l_{DE} = 0.5 \cdot l_{AB}; \quad l_{CS3} = l_{AB};$$

Вопрос 1: Для механизма, изображенного на рисунке, сравнить по модулю скорости точек B, C, S_3, F и E и указать не правильное соотношение.

$\bar{V}_B > \bar{V}_C$	$\bar{V}_{S3} > \bar{V}_C$	$\bar{V}_F > \bar{V}_E$	$\bar{V}_C = 0.5 \cdot \bar{V}_B$	$\bar{V}_{S3} < \bar{V}_{CB}$
-------------------------	----------------------------	-------------------------	-----------------------------------	-------------------------------

Уравнения, по которым строится план скоростей

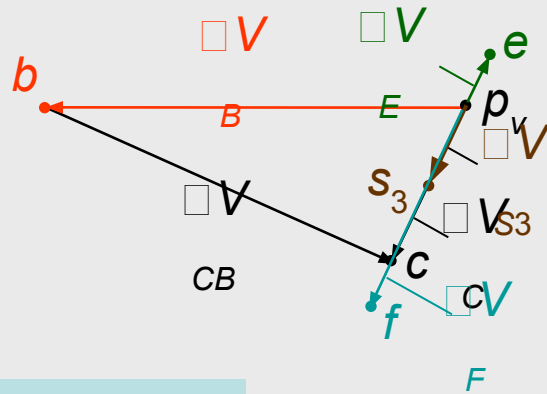
$$V_B = \omega_1 \cdot l_{AB}; \quad \bar{V}_B \perp \bar{l}_{AB};$$

$$\bar{V}_C = \bar{V}_B + \bar{V}_{CB};$$

$$DF / DB = p_f / p_v b; \quad p_f = (DF / DB) p_v b;$$

$$DS_3 / DB = p_{s3} / p_v b; \quad p_{s3} = (DS_3 / DB) p_v b;$$

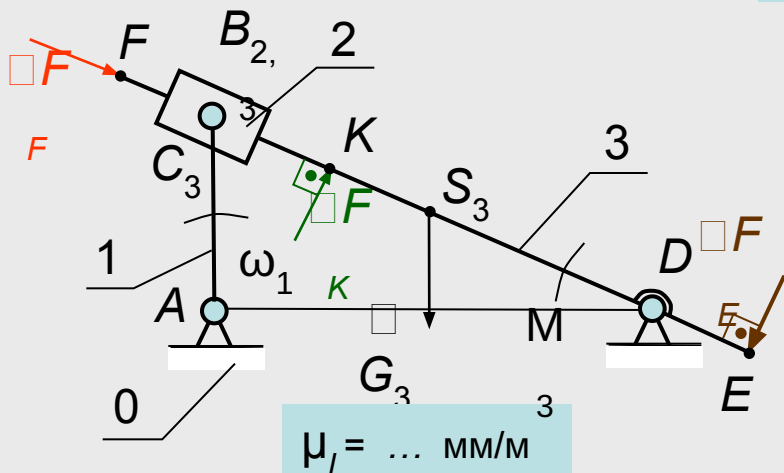
$$DE / DB = p_e / p_v b; \quad p_e = (DE / DB) p_v b;$$


 $\mu_v = \dots$
 $\text{мм}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-1})$

Ответ: Не правильным будет соотношение $V_{S3} > V_C$ (второй ответ).

Кинематическая схема механизма

Исходные данные:



$$G_3 = 100 \text{ Н}; \quad I_{S3} = 0.1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

Вопрос 3: Для изображенного на рисунке механизма, приняв звено 1 за звено приведения, определить приведенный момент инерции звена 3 I_{3}^{np} . (принять $g=10 \text{ м/с}^2$)

0.125	0.0125	6.25	0.625	0.0625
-------	--------	------	-------	--------

Расчет приведенного момента инерции звена 3

$$V_{C3} = \omega_3 \cdot l_{BD};$$

$$V_{C3} = 0,5 \cdot V_B = 0,5 \cdot \omega_1 \cdot l_{AB};$$

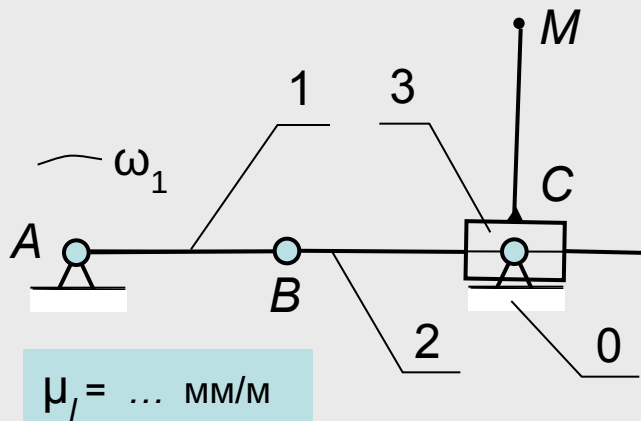
$$V_{S3} = 0,5 \cdot V_{C3} = 0,25 \cdot \omega_1 \cdot l_{AB};$$

$$I_3^{np} = m_3 \cdot \left(\frac{V_{S3}}{\omega_1} \right)^2 + I_{S3} \cdot \left(\frac{\omega_3}{\omega_1} \right)^2; \quad \omega_3 = \frac{V_{C3}}{l_{CD}} = \frac{0,5 \cdot \omega_1 \cdot l_{AB}}{l_{CD}} = \frac{\omega_1}{4};$$

$$I_3^{np} = \frac{100}{10} \cdot (0,25 \cdot 0,1)^2 + 0,1 \cdot (0,25)^2 = 0,0625 + 0,0625 = 0,125 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

Ответ: Приведенный момент инерции $I_{3}^{np} = 0.125 \text{ кг м}^2$ (первый ответ).

Кинематическая схема механизма (план положений)



Исходные данные:

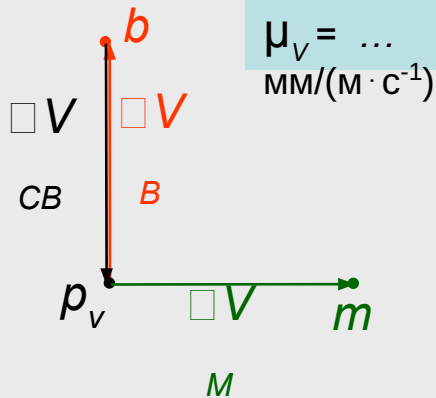
$$\angle BCM = 90^\circ;$$

$$l_{BC} = l_{AB}; \quad l_{CM} = l_{AB} = 0.1 \text{ м}; \quad \omega_1 = 20 \text{ рад/с};$$

Вопрос 1: Определить скорость точки М третьего звена в заданном положении.

-2,0	$\sqrt{2}$	$0,5 \cdot \sqrt{2}$	1,0	1,5
------	------------	----------------------	-----	-----

Уравнения, по которым строится план скоростей и проводится решение



$$V_B = \omega_1 \cdot l_{AB}; \quad \bar{V}_B \perp \bar{l}_{AB};$$

$$\bar{V}_C = \bar{V}_B + \bar{V}_{CB}; \quad \bar{V}_B = -\bar{V}_{CB};$$

$$\omega_2 = \omega_3 = \frac{V_{CB}}{l_{CB}} = -\omega_1; \quad V_M = \omega_3 \cdot l_{CM} = -\omega_1 \cdot l_{AB};$$

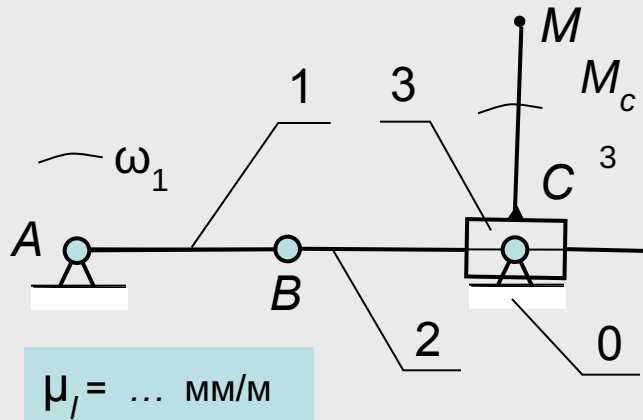
$$V_M = -20 \cdot 0,1 = -2 \text{ м/с};$$

Ответ: Скорость точки М равна 2 м/с (первый ответ).

Назад...

Далее...

Кинематическая схема механизма (план положений)



Исходные данные:

$$M_{c3} = 10 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad I_{3C} = 0.01 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

Вопрос 2: Для изображенного на рисунке механизма, приняв звено 1 за звено приведения, определить приведенный момент $M_{Mc3}^{пр}$.

10,0	$\sqrt{10}$	$\sqrt{5}$	1,0	-10,0
------	-------------	------------	-----	-------

Решение задачи:

$$\omega_2 = \omega_3 = \frac{V_{CB}}{l_{CB}} = -\omega_1;$$

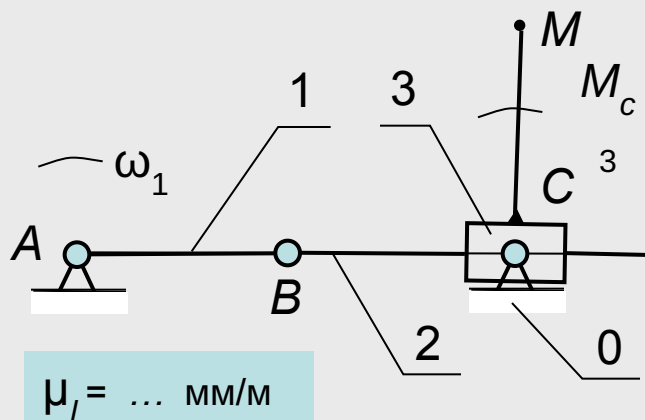
$$M_{Mc3}^{пр} = M_{c3} \cdot \frac{\omega_3}{\omega_1} = 10 \cdot (-1) = -10 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Ответ: Приведенный момент $M_{Mc3}^{пр} = -10 \text{ Нм}$ (пятый ответ).

Назад...

Далее...

Кинематическая схема механизма (план положений)



Исходные данные:

$$M_{c3} = 10 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad I_{3C} = 0.01 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

Вопрос 2: Для изображенного на рисунке механизма, приняв звено 1 за звено приведения, определить приведенный момент инерции звена 3 I_3^{np} в кгм^2 .

0,02	0,05	0.01	0,04	-0.01
------	------	------	------	-------

Решение задачи:

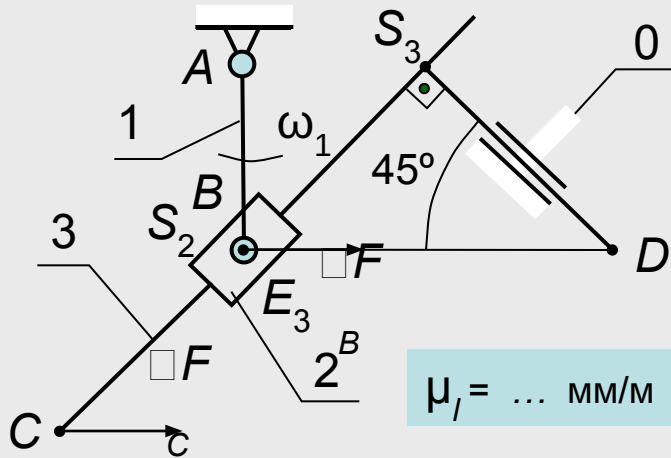
$$\omega_2 = \omega_3 = \frac{V_{CB}}{l_{CB}} = -\omega_1;$$

$$I_3^{np} = I_3 \cdot \left(\frac{\omega_3}{\omega_1} \right)^2;$$

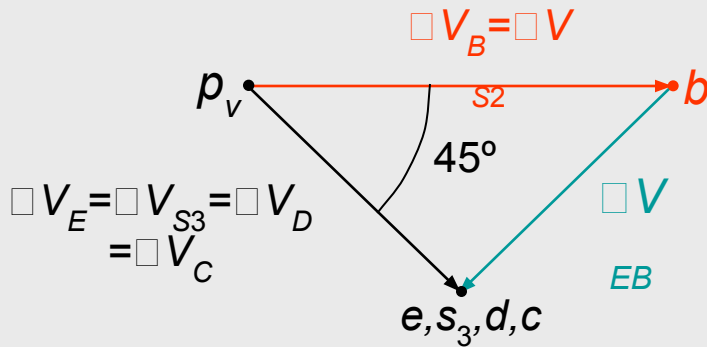
$$I_3^{np} = I_3 \cdot \left(\frac{\omega_3}{\omega_1} \right)^2 = 0.01 \cdot \left(\frac{1}{-1} \right)^2 = 0.01 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

Ответ: Приведенный момент $I_3^{np} = 0,01 \text{ кгм}^2$ (третий ответ).

Кинематическая схема механизма (план положений)



$$\mu_l = \dots \text{ мм/м}$$



$$\mu_v = \dots$$

$$\text{мм}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-1})$$

Ответ: Правильным будет соотношение $V_B > V_C$ (второй ответ).

Исходные данные:

$$l_{BC} = l_{BS3} = l_{DS3} = 1,5 \cdot l_{AB} = 0,1 \text{ м};$$

Вопрос 1: Для механизма, изображенного на рисунке, сравнить по модулю скорости точек $B, C, S3$ и D и указать правильное соотношение.

$\bar{V}_B < \bar{V}_{S3}$	$\bar{V}_B > \bar{V}_C$	$\bar{V}_C > \bar{V}_D$	$\bar{V}_B < \bar{V}_D$	$\bar{V}_C < \bar{V}_D$
----------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

Уравнения, по которым строится план скоростей

$$V_B = \omega_1 \cdot l_{AB};$$

$$\bar{V}_B \perp \bar{l}_{AB};$$

$$\bar{V}_E = \bar{V}_B + \bar{V}_{EB};$$

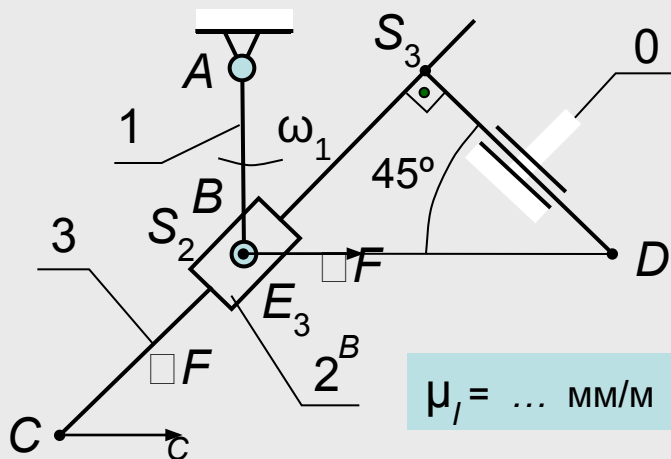
$$\square V_E = \square V_{S3} = \square V_E = \square V_C \quad ; \quad V_C = V_B \cdot \cos 45^\circ;$$

Кинематическая схема механизма (план положений)

Исходные данные:

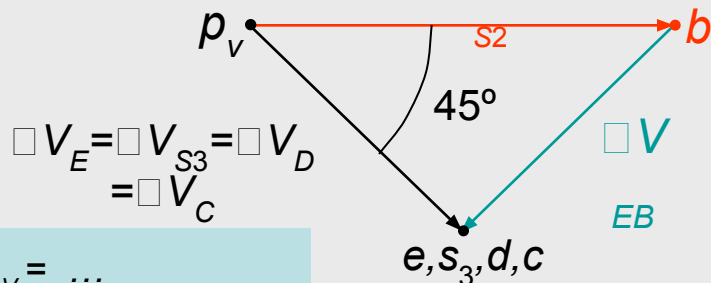
$$F_C = F_B = F;$$

Вопрос 2: Для механизма, изображенного на рисунке, сравнить по модулю приведенные моменты M_{FB}^{np} и M_{FC}^{np} от сил F_B и F_C и указать правильное соотношение.



$$\mu_l = \dots \text{ мм/м}$$

$$\square V_B = \square V$$



$$\square V_E = \square V_{S3} = \square V_D = \square V_C$$

$$\mu_v = \dots \text{ мм/(м} \cdot \text{с}^{-1}\text{)}$$

Решение задачи:

$$M_{FB}^{np} = F_B \cdot \frac{V_B}{\omega_1} \cdot \cos(\bar{F}_B, \bar{V}_B);$$

$$(\bar{F}_B, \bar{V}_B) = 0; \quad \cos(\bar{F}_B, \bar{V}_B) = 1; \quad \frac{V_B}{\omega_1} = l_{AB};$$

$$M_{FB}^{np} = F \cdot l_{AB};$$

$$(\bar{F}_C, \bar{V}_C) = 45^\circ; \quad \cos(\bar{F}_C, \bar{V}_C) = 0,707; \quad \bar{V}_C = \bar{V}_B \cdot \cos 45^\circ;$$

$$M_{FC}^{np} = F_C \cdot \frac{V_C}{\omega_1} \cdot \cos(\bar{F}_C, \bar{V}_C);$$

$$\frac{V_C}{\omega_1} = l_{AB} \cdot \cos 45^\circ;$$

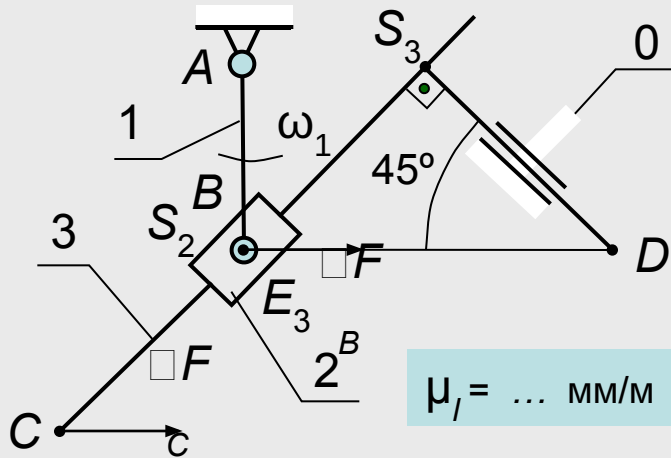
$$M_{FC}^{np} = F \cdot 0,5 \cdot l_{AB};$$

Ответ: Приведенный момент $M_{FC}^{np} = 0,5 M_{FB}^{np}$ (первый ответ).

Назад...

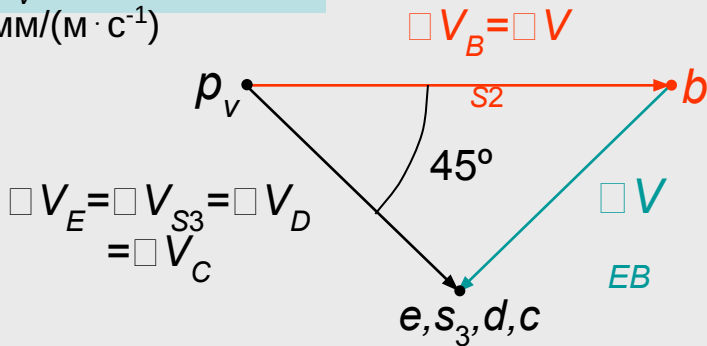
Далее...

Кинематическая схема механизма (план положений)



$$\mu_l = \dots \text{ мм/м}$$

$$\mu_v = \dots \text{ мм/(м} \cdot \text{с}^{-1}\text{)}$$



Исходные данные:

$$m_2 = m_3 = m;$$

Вопрос 2: Для механизма, изображенного на рисунке, сравнить по модулю приведенные моменты $I_{2п}^{np}$ и I_3^{np} и указать правильное соотношение.

$I_3^{np} = \frac{1}{4} I_{2п}^{np}$	$I_3^{np} = 4 I_{2п}^{np}$	$I_3^{np} = I_{2п}^{np}$	$I_3^{np} = \frac{1}{2} I_{2п}^{np}$	$I_3^{np} = 2 I_{2п}^{np}$
--------------------------------------	----------------------------	--------------------------	--------------------------------------	----------------------------

Решение задачи:

$$I_{2п}^{np} = m_2 \cdot \left(\frac{V_{S2}}{\omega_1} \right)^2 = m_2 \cdot \left(\frac{V_B}{\omega_1} \right)^2 = m \cdot l_{AB}^2;$$

$$V_{S3} = V_B \cdot \cos 45^\circ = V_B \cdot 0,707;$$

$$I_3^{np} = m_3 \cdot \left(\frac{V_{S3}}{\omega_1} \right)^2 = m_3 \cdot \left(\frac{0,707 \cdot V_B}{\omega_1} \right)^2 = 0,5 \cdot m \cdot l_{AB}^2;$$

$$I_3^{np} = 0,5 \cdot I_{2п}^{np};$$

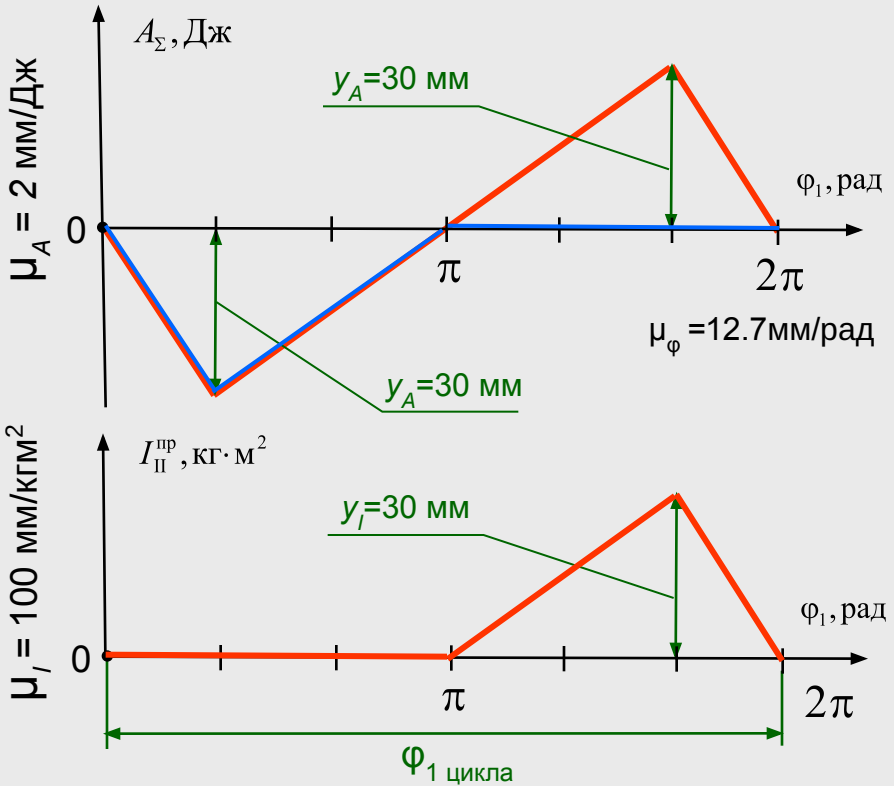
Ответ: Приведенный момент инерции $I_3^{np} = 0,5 I_{2п}^{np}$ (четвертый ответ).

Назад...

Далее...

Вопрос 4: На рисунке представлены графики $A_{\Sigma} = A_{\Sigma}(\varphi_1)$ – работы суммарного приведенного момента и $I_{II}^{пр} = I_{II}^{пр}(\varphi_1)$ – приведенного момента инерции второй группы звеньев в зависимости от обобщенной координаты звена приведения. Определить величину наибольшего изменения кинетической энергии первой группы звеньев $\Delta T_{I\max}$ в Дж, если средняя угловая скорость звена приведения $\omega_{1cp} = 10$ рад/с.

22,5	7,5	30	10	15
------	-----	----	----	----



Решение задачи:

$$I_{II\max}^{пр} = y_{I\max} / \mu_I = 30 / 100 = 0,3 \text{ кгм}^2;$$

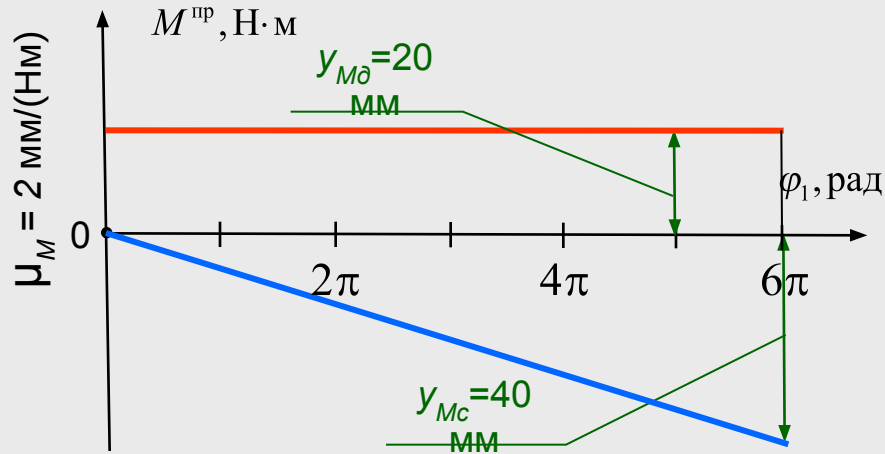
$$T_{II\max} = I_{II\max}^{пр} \cdot \frac{\omega_1^2}{2} = 0,3 \cdot \frac{100}{2} = 15 \text{ Дж};$$

$$\Delta T_I = A_{\Sigma} - \Delta T_{II};$$

$$y_{TII\max} = \mu_A \cdot T_{II\max} = 2 \cdot 15 = 30 \text{ мм};$$

$$\Delta T_{I\max} = y_{\Delta T_{I\max}} / \mu_A = 30 / 2 = 15 \text{ Дж};$$

Ответ: Наибольшее изменение кинетической энергии первой группы звеньев $\Delta T_{I\max} = 15$ Дж (пятый ответ).



Вопрос 4: На рисунке представлены графики $M^{np} = M^{np}_d(\varphi_1)$ – приведенного движущего момента и $M^{np}_c = M^{np}_c(\varphi_1)$ – приведенного момента сопротивления в зависимости от обобщенной координаты звена приведения. Суммарный приведенный момент инерции звеньев механизма постоянный и равен $I^{np}_\Sigma = I^{np}_1 = 3,14 \text{ кгм}^2$. Начальная кинетическая энергия $T_{нач} = 314 \text{ Дж}$. Определить угловую скорость звена приведения ω_1 в рад/с в точке с угловой координатой $\varphi_1 = 6\pi$, рад.

12,5	$\sqrt{10\pi}$	15	$10\sqrt{2}$	7,5
------	----------------	----	--------------	-----

Решение задачи:

$$A_d = \frac{y_{M_d}}{\mu_M} \cdot 6\pi = \frac{20}{2} \cdot 6\pi = 60\pi \text{ Дж};$$

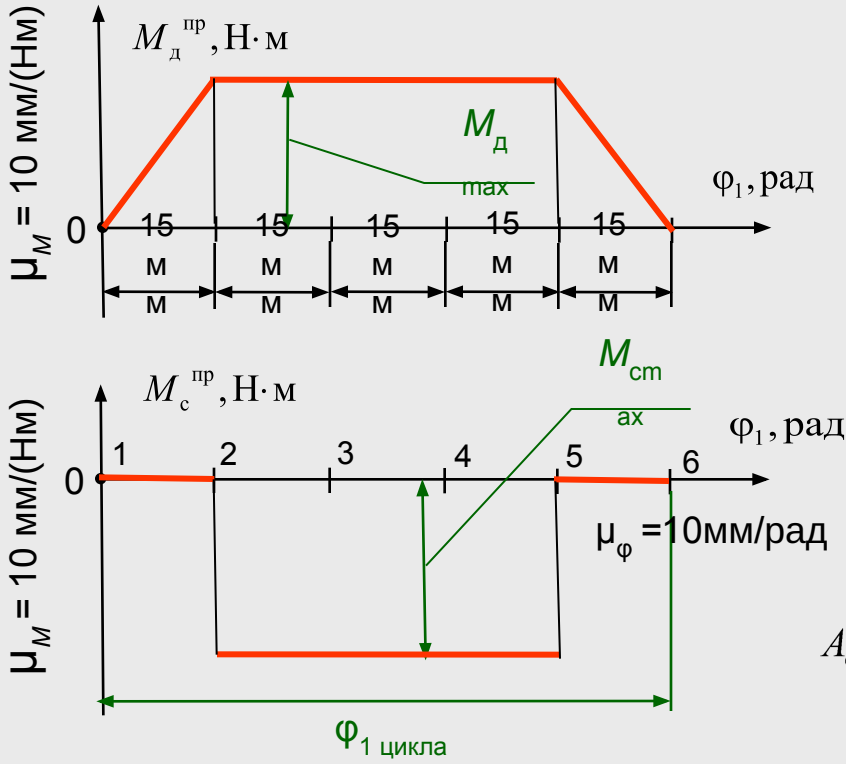
$$A_c = 0,5 \cdot \frac{y_{M_c}}{\mu_M} \cdot 6\pi = 0,5 \cdot \frac{40}{2} \cdot 6\pi = -60\pi \text{ Дж};$$

$$A_\Sigma = A_d + A_c = 60\pi - 60\pi = 0 \text{ Дж};$$

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{2(A_\Sigma + T_{нач})}{I^{np}_\Sigma}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 314}{3,14}} = \sqrt{200} = 10\sqrt{2} \text{ рад/с};$$

Ответ: Угловая скорость звена приведения в точке с угловой координатой $\varphi_1 = 6\pi$, рад. равна $\omega_1 = 10\sqrt{2}$ рад/с (четвертый ответ).

Вопрос 4: На рисунке представлены графики $M_{д}^{пр} = M_{д}^{пр}(\varphi_1)$ – приведенного движущего момента и $M_{с}^{пр} = M_{с}^{пр}(\varphi_1)$ – приведенного момента сопротивления в зависимости от обобщенной координаты звена приведения. Определить при каком соотношении моментов $M_{сmax}^{пр}/M_{дmax}^{пр}$ машина будет работать в установившемся режиме.



2	1,33	0,5	0,75	0,25
---	------	-----	------	------

Решение задачи:

$$A_c = y_{M_{сmax}} / \mu_M \cdot \left(\frac{45}{\mu_\varphi} \right) = -M_{сmax} \cdot \left(\frac{45}{10} \right) = -4,5 M_{сmax} \text{ Дж};$$

$$A_d = y_{M_{дmax}} / \mu_M \cdot \left(\frac{2 \cdot 15}{\mu_\varphi \cdot 2} + \frac{45}{\mu_\varphi} \right) = M_{дmax} \cdot \left(\frac{15}{10} + \frac{45}{10} \right) = 6 M_{дmax} \text{ Дж};$$

$$A_\Sigma = A_d + A_c = 0 \text{ Дж};$$

$$A_d = -A_c;$$

$$6 M_{дmax} = 4,5 M_{сmax};$$

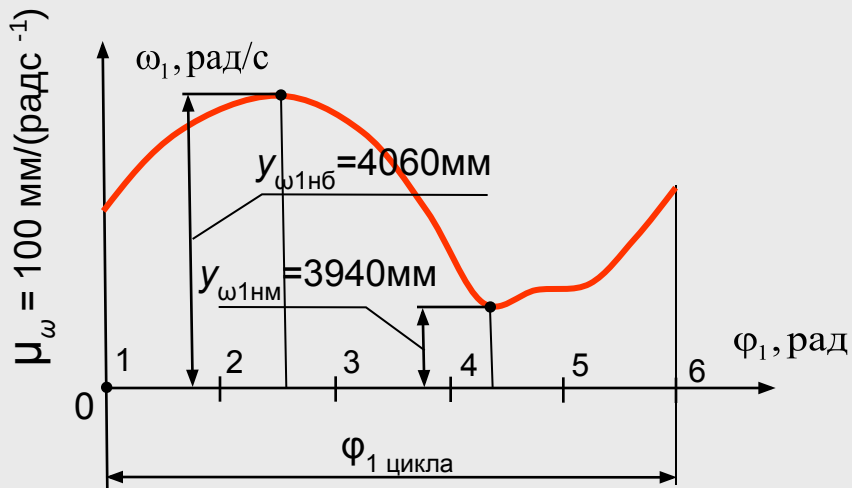
$$\frac{M_{сmax}}{M_{дmax}} = \frac{6}{4,5} = 1,33;$$

15

Ответ: Режим будет установившимся при соотношении моментов $M_{сmax}^{пр}/M_{дmax}^{пр} = 1,33$ (второй ответ).

Назад...

Далее...



Вопрос 5: На рисунке представлен график $\omega_1 = \omega_1(\varphi_1)$ – обобщенной угловой скорости от обобщенной угловой координаты звена привода φ_1 . Определить величину коэффициента неравномерности вращения звена привода δ .

0,2

0,03

0,05

0,075

0,25

Решение задачи:

$$\omega_{1нб} = \frac{y_{\omega_{1нб}}}{\mu_{\omega}} = \left(\frac{4060}{100} \right) = 40,6 \text{ рад/с};$$

$$\omega_{1нм} = \frac{y_{\omega_{1нм}}}{\mu_{\omega}} = \left(\frac{3940}{100} \right) = 39,4 \text{ рад/с};$$

$$\omega_{1ср} = \frac{\omega_{1нб} + \omega_{1нм}}{2} = \left(\frac{40,60 + 39,40}{2} \right) = 40,0 \text{ рад/с};$$

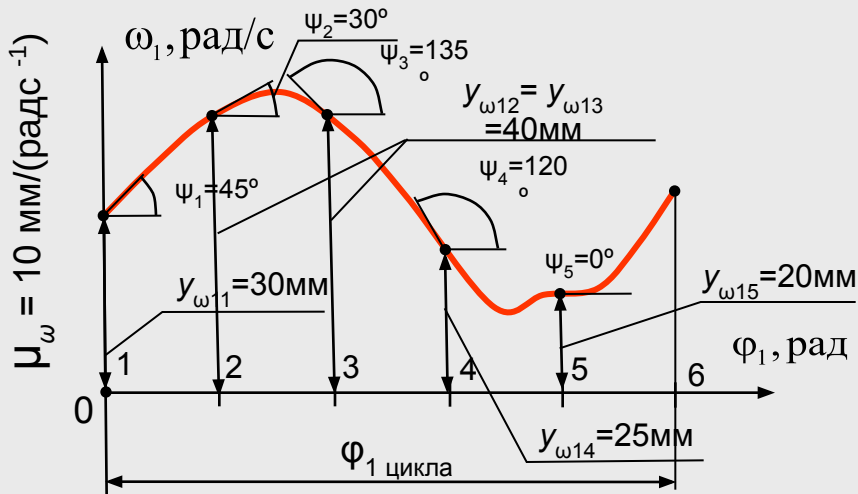
$$\delta = \frac{\Delta\omega_1}{\omega_{1ср}} = \left(\frac{1,2}{40} \right) = 0,03;$$

$$\Delta\omega_1 = \omega_{1нб} - \omega_{1нм} = 40,6 - 39,4 = 1,2 \text{ рад/с};$$

Ответ: Величина коэффициента неравномерности вращения звена привода $\delta=0,03$ (второй ответ).

Назад...

Далее...



Вопрос 5: На рисунке представлен график $\omega_1 = \omega_1(\varphi_1)$ – обобщенной угловой скорости от обобщенной угловой координаты звена привода φ_1 . Определить в каком из указанных положений механизма угловое ускорение ε_1 будет максимальным.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Решение задачи:

$$\varepsilon_{1i} = \omega_{1i} \cdot \frac{d\omega_{1i}}{d\varphi_1} = \frac{y_{\omega 1i}}{\mu_\omega} \cdot \frac{y_{\Delta\omega 1i} \cdot \mu_\varphi}{\mu_\omega \cdot x_{\Delta\varphi 1i}} = \frac{\mu_\varphi}{\mu_\omega^2} \cdot y_{\omega 1i} \cdot \frac{y_{\Delta\omega 1i}}{x_{\Delta\varphi 1i}} = \frac{\mu_\varphi}{\mu_\omega^2} \cdot y_{\omega 1i} \cdot \operatorname{tg}\psi_{1i};$$

$$\varepsilon_{11} = \frac{\mu_\varphi}{\mu_\omega^2} \cdot y_{\omega 11} \cdot \operatorname{tg}\psi_{11} = \frac{\mu_\varphi}{\mu_\omega^2} \cdot 30 \cdot 1 = \frac{\mu_\varphi}{\mu_\omega^2} \cdot 30;$$

$$\varepsilon_{12} = \frac{\mu_\varphi}{\mu_\omega^2} \cdot y_{\omega 12} \cdot \operatorname{tg}\psi_{12} = \frac{\mu_\varphi}{\mu_\omega^2} \cdot 40 \cdot 0,577 = \frac{\mu_\varphi}{\mu_\omega^2} \cdot 23;$$

$$\varepsilon_{13} = \frac{\mu_\varphi}{\mu_\omega^2} \cdot y_{\omega 13} \cdot \operatorname{tg}\psi_{13} = \frac{\mu_\varphi}{\mu_\omega^2} \cdot 40 \cdot (-1) = -\frac{\mu_\varphi}{\mu_\omega^2} \cdot 40;$$

$$\varepsilon_{14} = \frac{\mu_\varphi}{\mu_\omega^2} \cdot y_{\omega 14} \cdot \operatorname{tg}\psi_{14} = \frac{\mu_\varphi}{\mu_\omega^2} \cdot 25 \cdot (-1,732) = -\frac{\mu_\varphi}{\mu_\omega^2} \cdot 43,3;$$

$$\varepsilon_{15} = \frac{\mu_\varphi}{\mu_\omega^2} \cdot y_{\omega 15} \cdot \operatorname{tg}\psi_{15} = \frac{\mu_\varphi}{\mu_\omega^2} \cdot 20 \cdot 0 = 0;$$

Ответ: Угловое ускорение ε_1 будет максимальным в положении 1 (первый ответ).

Вопрос 5: На рисунке представлен график $M^{\text{пр}}_{\Sigma} = M^{\text{пр}}_{\Sigma}(\varphi_1)$ – суммарного приведенного момента в зависимости от обобщенной координаты звена привода за период цикла $\varphi_{1\text{ц}} = 2\pi$ установившегося движения при средней угловой скорости $\omega_{1\text{ср}} = 10$ рад/с. На валу звена привода установлен маховик с моментом инерции $I_1^{\text{пр}} = 3,14$ кгм². Определить величину коэффициента неравномерности вращения звена привода δ при условии, что моментом инерции второй группы звеньев механизма можно пренебречь.

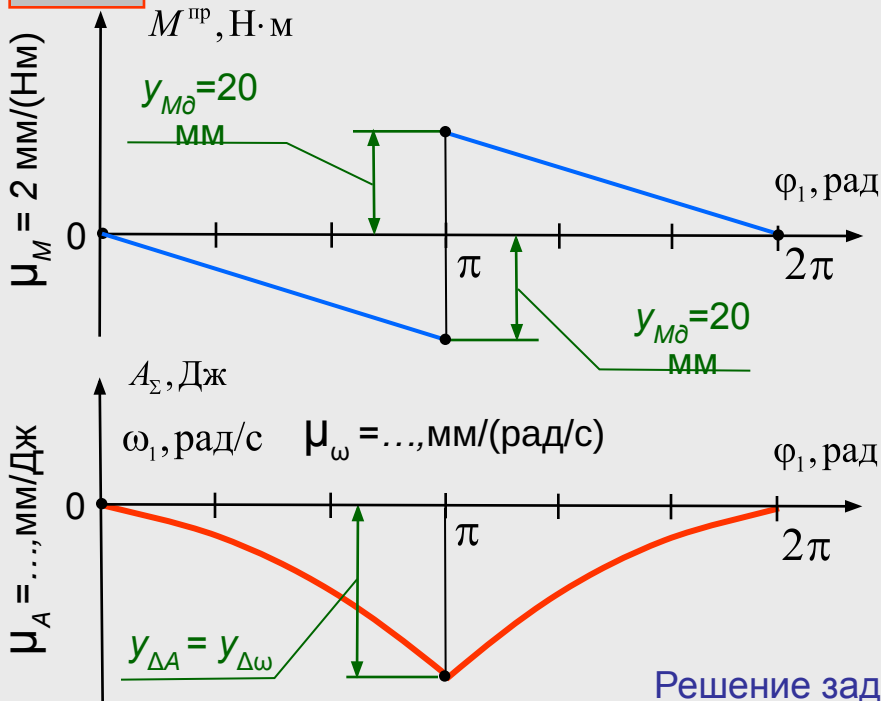
0,04

0,02

0,05

0,01

0,025



Решение задачи:

$$T_{\text{II}} = 0 \text{ Дж};$$

$$\Delta A_{\Sigma} = \Delta T_{\text{Inб}};$$

$$\Delta A_{\Sigma} = \frac{y_{M^{\text{прд}}}}{\mu_M} \cdot \pi \cdot 0,5 = \frac{20}{2} \cdot \pi \cdot 0,5 = 5\pi \text{ Дж};$$

$$\mu_A = \frac{y_{\Delta A}}{\Delta A_{\Sigma}} = \frac{y_{\Delta A}}{5 \cdot \pi} \text{ мм/Дж};$$

$$\mu_{\omega} = I_1^{\text{пр}} \cdot \omega_{1\text{ср}} \cdot \mu_A = \pi \cdot 10 \cdot \frac{y_{\Delta A}}{5 \cdot \pi} = 2 \cdot y_{\Delta A} \text{ мм/(радс}^{-1}\text{)};$$

$$y_{\Delta\omega} = y_{\Delta A} = y_{\Delta T_1};$$

$$\Delta\omega_1 = \frac{y_{\Delta\omega}}{\mu_{\omega}} = \frac{y_{\Delta A}}{2 \cdot y_{\Delta A}} = 0,5 \text{ рад/с};$$

$$\delta = \frac{\Delta\omega_1}{\omega_{1\text{ср}}} = \frac{0,5}{10} = 0,05;$$

Ответ: Величина коэффициента неравномерности вращения звена привода $\delta=0,05$ (третий ответ).

Методические указания для подготовки к первому рубежному контролю

1. Сайт «Учебно-методический комплекс по ТММ». Раздел «Тесты». Адрес: <http://tmm-umk.bmstu.ru>
2. Теория механизмов и механика машин. Учеб. Для вузов./ К.В. Фролов, С.А. Попов, А.К. Мусатов и др.; под ред. К.В.Фролова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 664с.; ил.
3. Попов С.А., Тимофеев Г.А. Курсовое проектирование по теории механизмов и механике машин : Учеб. Пособие для втузов, Под ред. К.В.Фролова. – 3-е изд.,стер. –М.: Высшая школа, 1999. – 351 с., ил.

