



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Теоретическая и прикладная механика»

Учебно-методическое пособие к контрольной работе по дисциплине

«Динамика и прочность сельскохозяйственных машин»

Авторы
Полушкин О.А.,
Полушкин О.О.



Ростов-на-Дону, 2022



Аннотация

Методические указания содержат общие требования и задания на контрольную работу, пример её выполнения. Предназначены для студентов направления 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» заочной формы обучения.

Авторы

д.техн.н., профессор О.А. Полушкин
к.техн.н., доцент О.О. Полушкин



Оглавление

| | |
|--|-----------|
| Общие требования к контрольной работе | 4 |
| Задание на контрольную работу | 5 |
| Задача №1 | 5 |
| Задача №2 | 5 |
| Пример выполнения контрольной работы..... | 6 |
| Использованная литература | 15 |
| Приложение 1 | 16 |
| Приложение 2 | 18 |

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Контрольная работа содержит 2 задачи, которые включают в себя 2 раздела дисциплины «Динамика и прочность сельскохозяйственных машин».

Контрольная работа оформляется в тетради, записи делаются вручную, четким почерком, схемы вычерчиваются карандашом.

Каждая из задач решается сначала в общем виде. Подстановка числовых данных производится в окончательные выражения полученных в общем виде решений.

При оформлении работы необходимо записать номер задания и номер варианта контрольной работы. Номер задания выбирается студентом по последней цифре номера зачетной книжки в соответствии со следующей таблицей:

| | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|
| Последняя цифра номера зачетной книжки | 0; 1 | 2; 3 | 4; 5 | 6; 7 | 8; 9 |
| Номер задания на контрольную работу | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Номер варианта студент выбирает по его порядковому номеру в списке группы, составленном деканатом.

Для получения зачёта по дисциплине «Динамика и прочность сельскохозяйственных машин» студент должен выполнить данную контрольную работу, защитить её и ответить на теоретические вопросы.

ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

ЗАДАЧА №1

Найти коэффициент полезного действия (КПД) η машины по заданной схеме соединения её агрегатов, если известны КПД η_i , $i=1...7$ каждого из агрегатов. Работы $A_{\text{дв}}$ движущих сил, поступающие на вход каждой из ветвей параллельно соединенных агрегатов полагать равными между собой. (Схему соединения агрегатов в машине и их КПД принять по данным Приложения 1).

ЗАДАЧА №2

Для заданной схемы жёсткого ротора известны локальные дисбалансы $\bar{D}_1, \bar{D}_2, \bar{D}_3$. Углы φ_i , $i=1,2,3$ этих дисбалансов представлены на схеме - их значения также заданы.

Требуется найти приведенный к точке A (задана на схеме ротора) результирующий вектор \bar{D}_P и момент \bar{M}_{DP} дисбалансов этого ротора (модель неуравновешенности ротора первого типа), а также дисбалансы \bar{D}_I, \bar{D}_{II} в плоскостях приведения, совпадающих с опорами I, II ротора (модель неуравновешенности второго типа). В расчётах принять $l_1 = 0,2l$, $l_2 = 0,5l$, $l_3 = 0,9l$, где l = задаваемое расстояние между опорами ротора. (Схему ротора и числовые данные к решению задачи принять по Приложению 2).

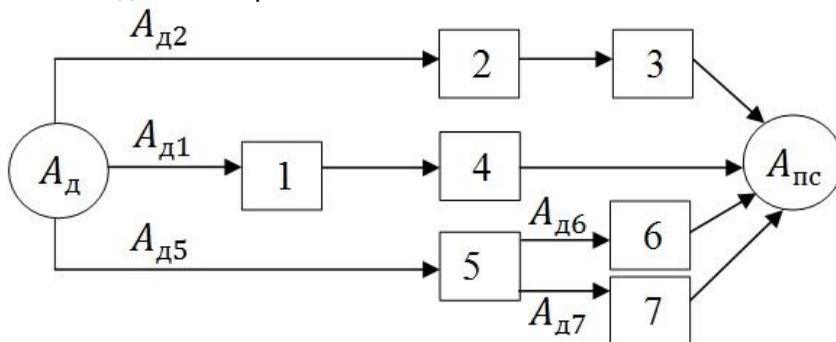
ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

задание №..., вариант №...

ЗАДАЧА №1

Дано:

Схема соединения агрегатов в машине



КПД агрегатов: $\eta_1 = \eta_2 = 0,9;$ $\eta_3 = \eta_4 = 0,8;$
 $\eta_5 = \eta_6 = \eta_7 = 0,7.$

Решение

Задана схема смешанного соединения агрегатов в машине, представляющая собой совокупность последовательного и параллельного их соединений.

Для решения используем формулы расчёта КПД машины при последовательном соединении -

$$\eta = \prod_{i=1}^n \eta_i,$$

и при параллельном соединении -

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^m A_{ди} \eta_i}{\sum_{i=1}^m A_{ди}}$$

её агрегатов.

В последних уравнениях n - число агрегатов, соединённых последовательно; m - число ветвей агрегатов, параллельно соединённых к источнику энергии или к какому-либо из агрегатов машины.

В заданной схеме от двигателя, совершающего работу A_d , энергия исходит по трём параллельным ветвям. Поэтому, ис-

Теоретическая и прикладная механика

пользуя формулу для параллельного соединения агрегатов, запишем:

$$\eta = \frac{A_{д2} \cdot \eta_I + A_{д1} \cdot \eta_{II} + A_{д5} \cdot \eta_{III}}{A_{д2} + A_{д1} + A_{д5}}, \quad (1)$$

где $\eta_I, \eta_{II}, \eta_{III}$ - КПД каждой из параллельных ветвей, исходящих от двигателя.

Учитывая условия задачи, полагаем $A_{д2} = A_{д1} = A_{д5}$, поэтому уравнение (1) приводим к виду

$$\eta = \frac{\eta_I + \eta_{II} + \eta_{III}}{3}.$$

Раскрывая значение η_I , учитываем, что первая ветвь представляет собой последовательное соединение агрегатов 2 и 3, поэтому

$$\eta_I = \eta_2 \cdot \eta_3.$$

Раскрывая значение η_{II} , учитываем, что вторая ветвь представляет собой последовательное соединение агрегатов 1 и 4, поэтому

$$\eta_{II} = \eta_1 \cdot \eta_4.$$

Раскрывая значение η_{III} , учитываем, что третья ветвь представляет собой последовательное и параллельное соединение агрегатов, поэтому

$$\eta_{III} = \eta_5 \cdot \eta_{IV}.$$

где η_{IV} - КПД параллельного соединения агрегатов 6,7 третьей ветви, определяемый как

$$\eta_{IV} = \frac{A_{д6} \cdot \eta_6 + A_{д7} \cdot \eta_7}{A_{д6} + A_{д7}}.$$

Учитывая, что по условию задачи $A_{д6} = A_{д7}$, получаем

$$\eta_{IV} = \frac{\eta_6 + \eta_7}{2}.$$

Подставляя (6) в (5), имеем

Теоретическая и прикладная механика

$$\eta_{III} = \eta_5 \cdot \frac{\eta_6 + \eta_7}{2}$$

Подставляя (7), (4), (3) в (2), находим

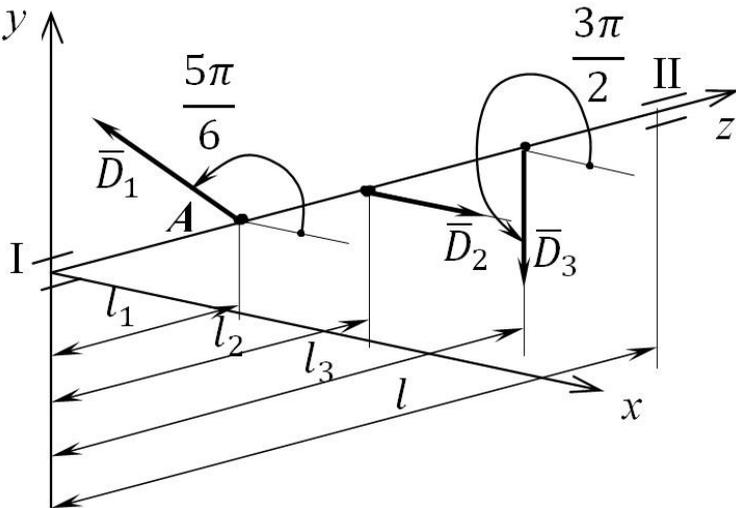
$$\eta = \frac{\eta_2 \cdot \eta_3 + \eta_1 \cdot \eta_4 + \eta_5 \cdot \frac{\eta_6 + \eta_7}{2}}{3}$$

Произведя подстановку заданных значений КПД агрегатов, находим КПД рассматриваемой машины

$$\eta = \frac{0,9 \cdot 0,8 + 0,9 \cdot 0,8 + 0,7 \cdot \frac{0,7 + 0,7}{2}}{3} = 0,643.$$

ЗАДАЧА №2

Дано:
 Схема ротора



Значения локальных дисбалансов:

$$D_1 = 100 \text{ гмм}; D_2 = 500 \text{ гмм}; D_3 = 400 \text{ гмм}.$$

Расстояние между опорами ротора $l=800$ мм.

Решение

Теоретическая и прикладная механика

1. Находим приведенный к точке A результирующий вектор \bar{D}_p локальных дисбалансов.

$$\bar{D}_p = \bar{D}_1 + \bar{D}_2 + \bar{D}_3. \quad (1)$$

Проектируя \bar{D}_p на координатной оси x и y , получаем:

- проекция \bar{D}_p на ось x

$$X_D = \sum_{i=1}^3 D_i \cos \varphi_i = D_1 \cos \varphi_1 + D_2 \cos \varphi_2 + D_3 \cos \varphi_3,$$

где $\varphi_i, i=1..3$ - приведенные на схеме ротора углы заданных локальных дисбалансов: $\varphi_1 = 5\pi/6, \varphi_2 = 0, \varphi_3 = 3\pi/2$. Подставляя значения этих углов, получаем

$$X_D = D_1 \cos \frac{5\pi}{6} + D_2 \cos 0 + D_3 \cos \frac{3\pi}{2} = D_1 \cos \frac{5\pi}{6} + D_2;$$

- проекция \bar{D}_p на ось y

$$\begin{aligned} Y_D &= \sum_{i=1}^3 D_i \sin \varphi_i = D_1 \sin \varphi_1 + D_2 \sin \varphi_2 + D_3 \sin \varphi_3 = \\ &= D_1 \sin \frac{5\pi}{6} + D_2 \sin 0 + D_3 \sin \frac{3\pi}{2} = D_1 \sin \frac{5\pi}{6} - D_3. \end{aligned}$$

Значение D_p результирующего вектора дисбалансов ротора и его угол φ_{D_p} находим как

$$D_p = \sqrt{X_D^2 + Y_D^2}; \quad \varphi_{D_p} = \text{sign}(Y_D) \arccos \frac{X_D}{D_p},$$

где $\text{sign}(Y_D) = 1$, если $Y_D \geq 0$; $\text{sign}(Y_D) = -1$, если $Y_D < 0$.

Производя подстановку заданных значений D_1, D_2, D_3 в полученные выражения, находим:

$$X_D = 100 \left(-\frac{\sqrt{3}}{2} \right) + 500 = 413,5 \text{ гмм};$$

$$Y_D = 100 \cdot \frac{1}{2} - 400 = -350 \text{ гмм};$$

$$D_p = \sqrt{413,5^2 + (-350)^2} = 541,74 \text{ гмм};$$

$$\varphi_{D_p} = \text{sign}(-350) \arccos \frac{413,5}{541,74} = -40^\circ, 25 = 319^\circ, 75.$$

2. Находим приведенный к точке A результирующий момент \bar{M}_{DP} локальных дисбалансов

$$\bar{M}_{DP} = \bar{M}_{D1} + \bar{M}_{D2} + \bar{M}_{D3},$$

где $\bar{M}_{D1}, \bar{M}_{D2}, \bar{M}_{D3}$ - векторы - моменты заданных локальных дисбалансов относительно точки A .

Учитывая, что по условиям задачи дисбаланс \bar{D}_1 проходит через точку A , имеем $\bar{M}_{D1} = 0$ и для рассматриваемого случая

Теоретическая и прикладная механика

$$\bar{M}_{DP} = \bar{M}_{D2} + \bar{M}_{D3}.$$

Вводя модуль M_{DP} и угол φ_{MD} вектора \bar{M}_{DP} и используя комплексную форму, записываем последнее уравнение в виде

$$M_{DP} e^{i\varphi_{MD}} = M_{D2} e^{i\varphi_{M2}} + M_{D3} e^{i\varphi_{M3}}, \quad (2)$$

где $M_{D2} = D_2(l_2 - l_1)$, $M_{D3} = D_3(l_3 - l_1)$ – значения моментов дисбалансов \bar{D}_2 и \bar{D}_3 относительно точки A ; φ_{M2} , φ_{M3} – углы векторов \bar{M}_{D2} и \bar{M}_{D3} , перпендикулярных векторам \bar{D}_2 и \bar{D}_3 соответственно.

Определяя φ_{Mi} , учитываем, что вектор \bar{M}_{Di} от дисбаланса \bar{D}_i направляется так, чтобы момент от \bar{D}_i относительно точки A , наблюдаемый из конца вектора \bar{M}_{Di} , был направлен против часовой стрелки.

Так \bar{M}_{D2} , перпендикулярный \bar{D}_2 , должен составлять с положительным направлением оси x угол $\varphi_{M2} = \varphi_2 - \frac{\pi}{2} = 0 - \frac{\pi}{2} = \frac{3\pi}{2}$. Вектор \bar{M}_{D3} , перпендикулярный \bar{D}_3 , должен составлять с положительным направлением оси x угол $\varphi_{M3} = \varphi_3 - \frac{\pi}{2} = \frac{3\pi}{2} - \frac{\pi}{2} = \pi$.

Таким образом, уравнение (2) записываем в виде

$$M_{DP} e^{i\varphi_{MD}} = D_2(l_2 - l_1) e^{i\frac{3\pi}{2}} + D_3(l_3 - l_1) e^{i\pi},$$

что с учетом заданных значений l_1, l_2, l_3 даёт

$$\begin{aligned} M_{DP} e^{i\varphi_{MD}} &= D_2(0,5l - 0,2l) e^{i\frac{3\pi}{2}} + D_3(0,9l - 0,2l) e^{i\pi} = \\ &= D_2 \cdot 0,3l \cdot e^{i\frac{3\pi}{2}} + D_3 \cdot 0,7l \cdot e^{i\pi} = \\ &= l(0,3 \cdot D_2 \cdot e^{i\frac{3\pi}{2}} + 0,7 \cdot D_3 \cdot e^{i\pi}). \end{aligned}$$

Проектируя последнее уравнение на оси x и y , получаем

$$X_M = l \left(0,3 \cdot D_2 \cdot \cos \frac{3\pi}{2} + 0,7 \cdot D_3 \cdot \cos \pi \right) = -0,7 \cdot l \cdot D_3;$$

$$Y_M = l \left(0,3 \cdot D_2 \cdot \sin \frac{3\pi}{2} + 0,7 \cdot D_3 \cdot \sin \pi \right) = -0,3 \cdot l \cdot D_2;$$

$$M_{DP} = \sqrt{X_M^2 + Y_M^2} = l \cdot \sqrt{(0,7 \cdot D_3)^2 + (0,3 \cdot D_2)^2};$$

$$\varphi_{MD} = \text{sign}(Y_M) \cdot \arccos \frac{X_M}{M_{DP}} = -\arccos \frac{-0,7 \cdot D_3}{\sqrt{(0,7 \cdot D_3)^2 + (0,3 \cdot D_2)^2}}.$$

Подставляя значения заданных величин, получаем

$$M_{DP} = 800 \sqrt{(0,7 \cdot 400)^2 + (0,3 \cdot 500)^2} = 254118,08 \text{ гмм}^2;$$

$$\varphi_{MD} = -\arccos \frac{-0,7 \cdot 400}{\sqrt{(0,7 \cdot 400)^2 + (0,3 \cdot 500)^2}} = -151^\circ, 82 = 208^\circ, 18.$$

Таким образом, для рассматриваемого ротора модель неуравновешенности первого типа представляется как

$$\{\bar{N}_1\} = \{D_p \varphi_{Dp}, M_{Dp} \varphi_{MD}\} = \{541,74 \quad 319^\circ,75 \quad 254118,08 \quad 208^\circ,18\} (3)$$

3. Определение дисбалансов \bar{D}_I, \bar{D}_{II} в плоскостях приведения, совпадающих с опорами I, II ротора.

Используя формулы статического распределения дисбалансов по плоскостям приведения, получили

$$\bar{D}_I = \bar{D}_1 \frac{l-l_1}{l} + \bar{D}_2 \frac{l-l_2}{l} + \bar{D}_3 \frac{l-l_3}{l}; \quad \bar{D}_{II} = \bar{D}_1 \frac{l_1}{l} + \bar{D}_2 \frac{l_2}{l} + \bar{D}_3 \frac{l_3}{l}.$$

Подставляя заданные параметры ротора, получаем

$$\bar{D}_I = 0,8\bar{D}_1 + 0,5\bar{D}_2 + 0,1\bar{D}_3; \quad \bar{D}_{II} = 0,2\bar{D}_1 + 0,5\bar{D}_2 + 0,9\bar{D}_3.$$

Проектируя первое из уравнений (4) на координатной оси x и y , имеем

$$X_I = 0,8 \cdot D_1 \cdot \cos \frac{5\pi}{6} + 0,5 \cdot D_2 \cdot \cos 0 + 0,1 \cdot D_3 \cdot \cos \frac{3\pi}{2};$$

$$Y_I = 0,8 \cdot D_1 \cdot \sin \frac{5\pi}{6} + 0,5 \cdot D_2 \cdot \sin 0 + 0,1 \cdot D_3 \cdot \sin \frac{3\pi}{2}.$$

Подставляя заданные значения локальных дисбалансов, находим

$$X_I = 0,8 \cdot 100 \cdot \left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) + 0,5 \cdot 500 \cdot 1 + 0,1 \cdot 400 \cdot 0 = 180,8 \text{ гмм};$$

$$Y_I = 0,8 \cdot 100 \cdot \frac{1}{2} + 0,5 \cdot 500 \cdot 0 + 0,1 \cdot 400 \cdot (-1) = 0;$$

$$D_I = \sqrt{X_I^2 + Y_I^2} = \sqrt{180,8^2 + 0} = 180,8 \text{ гмм};$$

$$\varphi_I = \text{sign}(Y_I) \arccos \frac{X_I}{D_I} = \arccos \frac{180,8}{180,8} = 0.$$

Проектируя второе из уравнений (4) на координатные оси x и y , имеем

$$X_{II} = 0,2 \cdot D_1 \cos \frac{5\pi}{6} + 0,5 \cdot D_2 \cdot \cos 0 + 0,9 \cdot D_3 \cdot \cos \frac{3\pi}{2};$$

$$Y_{II} = 0,2 \cdot D_1 \sin \frac{5\pi}{6} + 0,5 \cdot D_2 \cdot \sin 0 + 0,9 \cdot D_3 \cdot \sin \frac{3\pi}{2}.$$

Подставляя заданные значения локальных дисбалансов, находим

$$X_{II} = 0,2 \cdot 100 \cdot \left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) + 0,5 \cdot 500 \cdot 1 + 0,9 \cdot 400 \cdot 0 = 232,7 \text{ гмм};$$

$$Y_{II} = 0,2 \cdot 100 \cdot \frac{1}{2} + 0,5 \cdot 500 \cdot 0 + 0,9 \cdot 400 \cdot (-1) = -350 \text{ гмм};$$

Теоретическая и прикладная механика

$$D_{II} = \sqrt{X_{II}^2 + Y_{II}^2} = \sqrt{232,7^2 + 350^2} = 420,3 \text{ гмм};$$

$$\varphi_{II} = \text{sign}(Y_{II}) \arccos \frac{X_{II}}{D_{II}} = -\arccos \frac{232,7}{420,3} = -56^\circ, 38 = 303^\circ, 62.$$

Таким образом, для рассматриваемого ротора модель неуровновешенности второго типа имеет вид

$$\{\bar{N}_2\} = \{D_I \varphi_I D_{II} \varphi_{II}\} = \{180,8 \quad 0 \quad 420,3 \quad 303^\circ, 62\}. \quad (5)$$

4. Проверка 1: Главный вектор $\bar{D}_{\text{ст}}$ дисбалансов ротора должен отвечать условию

$$\bar{D}_{\text{ст}} = \bar{D}_I + \bar{D}_{II} = \bar{D}_p. \quad (6)$$

Проектируя первое из равенств на координатные оси x и y , имеем

$$X_{\text{ст}} = D_I \cos \varphi_I + D_{II} \cos \varphi_{II} = 180,8 \cos 0 + 420,3 \cdot \cos 303^\circ, 62 = 413,5 \text{ гмм};$$

$$Y_{\text{ст}} = D_I \sin \varphi_I + D_{II} \sin \varphi_{II} = 420,3 \cdot \sin 303^\circ, 62 = -350 \text{ гмм};$$

$$D_{\text{ст}} = \sqrt{X_{\text{ст}}^2 + Y_{\text{ст}}^2} = \sqrt{413,5^2 + 350^2} = 541,74 \text{ гмм};$$

$$\varphi_{\text{ст}} = \text{sign}(Y_{\text{ст}}) \arccos \frac{X_{\text{ст}}}{D_{\text{ст}}} = -\arccos \frac{413,5}{541,74} = -40^\circ, 25 = 319^\circ, 75.$$

Сравнение $\bar{D}_{\text{ст}} = 541,74 \cdot e^{i \cdot 319,75} = \bar{D}_p = D_p \cdot e^{i \cdot \varphi_{Dp}}$ показывает, что $\bar{D}_{\text{ст}} = 541,74 \cdot e^{i \cdot 319,75} = \bar{D}_p = D_p \cdot e^{i \cdot \varphi_{Dp}}$, определённому выше. Таким образом, условие (6) удовлетворяется.

5. Проверка 2: Параметры модели (5) заданной схемы ротора могут быть выражены через параметры его модели (3) посредством выражений

$$\bar{D}_I = \bar{D}_p \frac{l - l_1}{l} - \bar{D}_M; \quad \bar{D}_{II} = \bar{D}_p \frac{l_1}{l} + \bar{D}_M,$$

где $\bar{D}_M = \frac{\bar{M}_{DP}}{l} e^{i \cdot \frac{\pi}{2}} = \frac{M_{DP}}{l} e^{i \cdot (\varphi_{MD} + \frac{\pi}{2})}$ - дисбаланс пары с моментом \bar{M}_{DP} .

Раскрывая $\bar{D}_p = D_p \cdot e^{i \cdot \varphi_{Dp}}$ и произведя подстановку, нашли

$$\bar{D}_I = D_p \frac{l - l_1}{l} e^{i \cdot \varphi_{Dp}} - \frac{M_{DP}}{l} e^{i \cdot (\varphi_{MD} + \frac{\pi}{2})};$$

$$\bar{D}_{II} = D_p \frac{l_1}{l} e^{i \cdot \varphi_{Dp}} + \frac{M_{DP}}{l} e^{i \cdot (\varphi_{MD} + \frac{\pi}{2})}.$$

Проектируя первое из уравнений (7) на координатные оси, получаем

Теоретическая и прикладная механика

$$\begin{aligned}
 X_I &= D_p \frac{l - l_1}{l} \cos \varphi_{D_p} - \frac{M_{DP}}{l} \cos(\varphi_{MD} + \frac{\pi}{2}); \\
 Y_I &= D_p \frac{l - l_1}{l} \sin \varphi_{D_p} - \frac{M_{DP}}{l} \sin(\varphi_{MD} + \frac{\pi}{2}); \\
 D_I &= \sqrt{X_I^2 + Y_I^2}; \quad \varphi_I = \text{sign}(Y_I) \arccos \frac{X_I}{D_I}.
 \end{aligned}$$

Производя подстановку числовых данных, получаем

$$\begin{aligned}
 X_I &= 541,74 \cdot 0,8 \cdot \cos 319^\circ,75 - \frac{254118,08}{800} \cdot \cos(208^\circ,18 + 90^\circ) = \\
 &= 180,8 \text{ гмм}; \\
 Y_I &= 541,74 \cdot 0,8 \cdot \sin 319^\circ,75 - \frac{254118,08}{800} \cdot \sin(208^\circ,18 + 90^\circ) \approx 0; \\
 D_I &= \sqrt{180,8^2 + 0} = 180,8 \text{ гмм}; \\
 \varphi_I &= \arccos \frac{180,8}{180,8} = 0.
 \end{aligned}$$

Проектируя второе из уравнений (7) на координатные оси, получаем

$$\begin{aligned}
 X_{II} &= D_p \frac{l_1}{l} \cos \varphi_{D_p} + \frac{M_{DP}}{l} \cos(\varphi_{MD} + \frac{\pi}{2}); \\
 Y_{II} &= D_p \frac{l_1}{l} \sin \varphi_{D_p} + \frac{M_{DP}}{l} \sin(\varphi_{MD} + \frac{\pi}{2}); \\
 D_{II} &= \sqrt{X_{II}^2 + Y_{II}^2}; \quad \varphi_{II} = \text{sign}(Y_{II}) \arccos \frac{X_{II}}{D_{II}}.
 \end{aligned}$$

Производя подстановку числовых данных, получаем

$$\begin{aligned}
 X_{II} &= 541,74 \cdot 0,2 \cdot \cos 319^\circ,75 + \frac{254118,08}{800} \cdot \cos(208^\circ,18 + 90^\circ) = \\
 &= 237,7 \text{ гмм}; \\
 Y_{II} &= 541,74 \cdot 0,2 \cdot \sin 319^\circ,75 + \frac{254118,08}{800} \cdot \sin(208^\circ,18 + 90^\circ) = \\
 &= -350 \text{ гмм}; \\
 D_{II} &= \sqrt{232,7^2 + 350^2} = 420,3 \text{ гмм}; \\
 \varphi_{II} &= -\arccos \frac{232,7}{420,3} = -56^\circ,38 = 303^\circ,62.
 \end{aligned}$$

Параметры модели $\{\bar{N}_2\}$, выраженные через параметры модели $\{\bar{N}_1\}$, совпадают с ранее полученным результатом (5). Это подтверждает как эквивалентность этих моделей, так и их адекватность.



ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

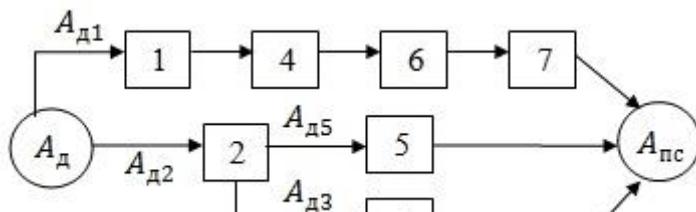
1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. - М.: Наука, 1988. - 640 с.
2. Полушкин О.О. Балансировка нежестких роторов: монография. Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2011. - 169 с.
3. Полушкин О.А., Фокин В.А. Теоретические основы балансировки роторов. Типовые методы определения дисбалансов: Методические указания. Вып. 1. - Ростов н/Д: ДГТУ, 1994. - 28 с.
4. ГОСТ Р 19534. Балансировка вращающихся тел. Термины.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

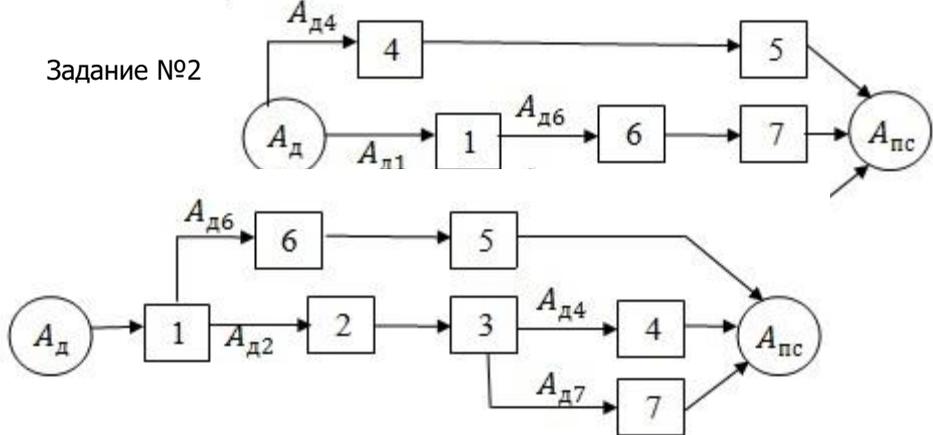
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К ЗАДАЧЕ №1

Схемы соединения агрегатов в машине для каждого номера задания

Задание №1

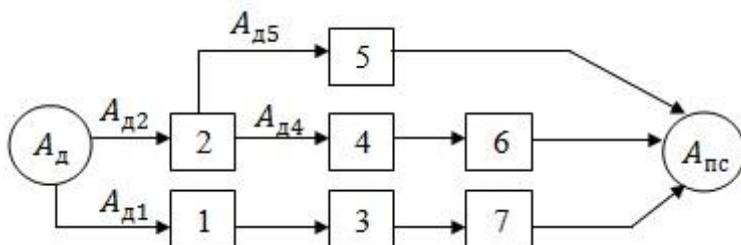


Задание №2

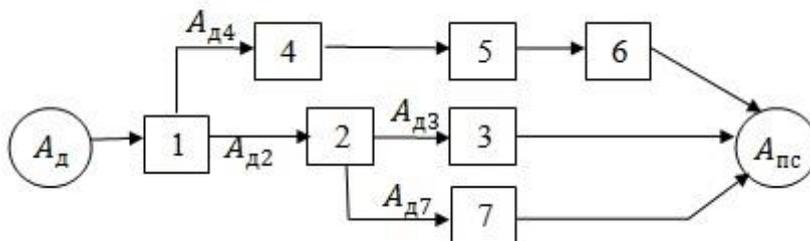


Задание №3

Задание №4



Задание №5



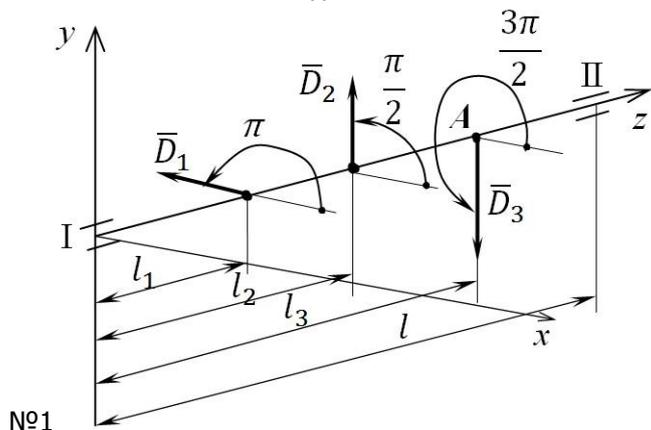
Варианты значений КПД агрегатов

| № студента в списке группы | КПД агрегатов | | |
|----------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|
| | $\eta_1 = \eta_2$ | $\eta_3 = \eta_4$ | $\eta_5 = \eta_6 = \eta_7$ |
| 1...10 | 0,9 | 0,8 | 0,7 |
| 11...20 | 0,8 | 0,7 | 0,9 |
| 21...30 | 0,7 | 0,9 | 0,8 |

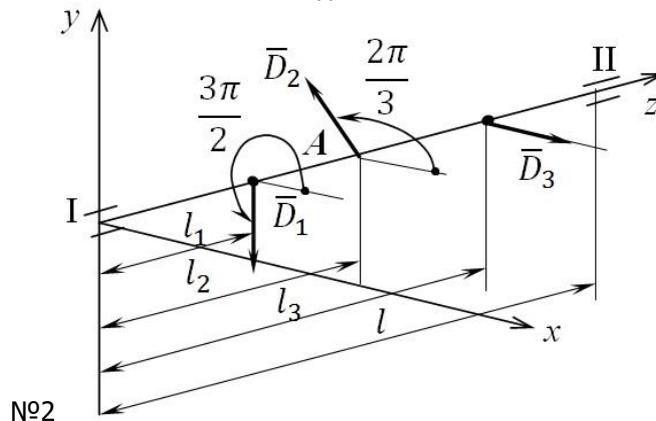
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К ЗАДАЧЕ №2

Схемы роторов для каждого номера задания

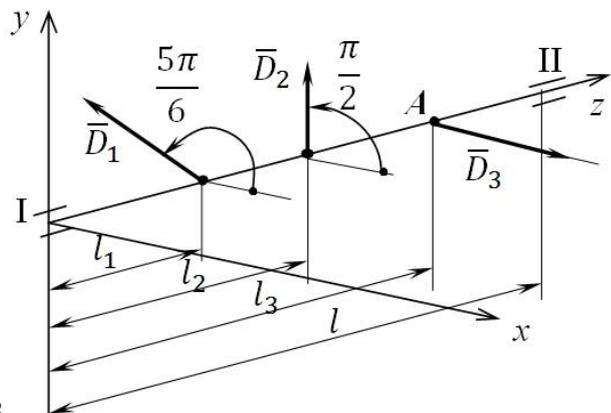
Задание



Задание

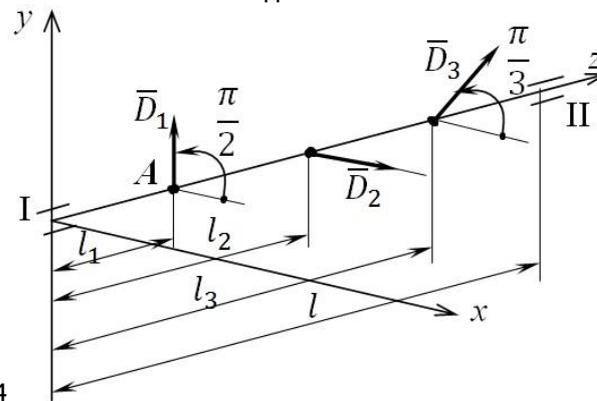


Задание



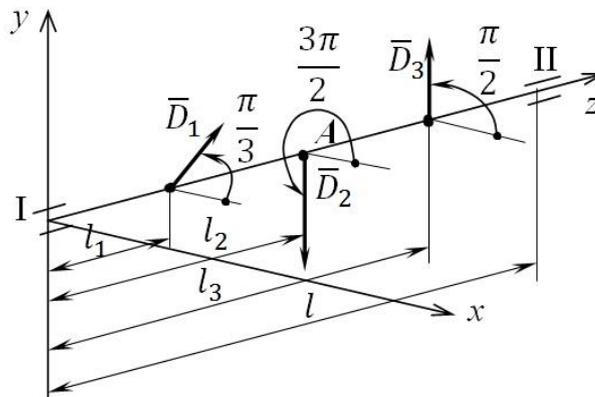
№3

Задание



№4

Задание №5



Варианты числовых данных к задаче №2

| № студента в списке группы | Значения локальных дисбалансов, гмм | | | $l, \text{мм}$ |
|----------------------------|-------------------------------------|-------|-------|----------------|
| | D_1 | D_2 | D_3 | |
| 1...10 | 500 | 100 | 400 | 1000 |
| 11...20 | 100 | 400 | 500 | 900 |
| 21...30 | 400 | 500 | 100 | 800 |