Теория механизмов и приборов

Задания на контрольные работы

Учебное пособие по решению задач

для заочного факультета

Составил: к.т.н., доцент Ершов Д.Ю.

Задача №1.

Исследовать структуру агрегата, состоящего из привода (рис.1, 2) и исполнительного устройства (рис.3-14). Определить степень подвижности и найти угловую скорость кривошипа (входное звено исполнительного устройства) *ω*кр. Угловая скорость ротора электродвигателя *ω* и число зубьев Z соответствующих колес приведены в табл.2. Варианты заданий приведены в табл.1.

Указания к решению задачи №1.

1. Изобразить кинематическую схему агрегата, соответствующую заданию, совместив схему привода и схему исполнительного механизма (входное звено – кривошип исполнительного механизма жестко соединить с выходным звеном привода – колесом Z6).
2. Пронумеровать звенья, начиная с ведущего порядковыми номерами (стойку обозначить нулем «0» в одном месте на структурной схеме);
3. Обозначить кинематические пары прописными буквами латинского алфавита;
4. При структурном анализе необходимо назвать все звенья и указать вид движения и название кинематических пар машинного агрегата;
5. Следует обратить внимание, что зубчатые пары привода являются высшими кинематическими парами (четвертого класса), а остальные пары привода и исполнительного устройства являются низшими (пятого класса).
6. При определении степени подвижности агрегата следует применить структурную формулу для плоских механизмов – формулу Чебышева:

W=3(n-1)-2p5-p4,

где n – число всех звеньев, включая стойку;

p5 – число низших кинематических пар;

p4 – число высших кинематических пар.

1. При определении угловой скорости кривошипа ωкр следует исходить из угловой скорости электродвигателя ω и чисел зубьев Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6 (табл.2).

Задача №2.

Для указанных кинематический схем исполнительных устройств (рис.3-14) вывести в общем виде функцию положения выходного звена механизма. Для заданных значений угла *φ* определить численное значение функции положения выходного звена.

Варианты заданий приведены в табл.3.

Указания к решению задачи №2.

1. При определении функции положения выходного звена *S(φ)* или *X(φ)* следует использовать метод треугольников, в основе которого лежат тригонометрические соотношения для сторон и углов треугольника, образованные звеньями механизма и дополнительными линиями.
2. Ведущим звеном выбирается кривошип, угол поворота которого известен *φ* и длина *r* которого задана (табл.3), а в качестве выходного звена выбирается ползун.
3. При выводе функции положения в отдельных случаях требуются дополнительные графические построения, которые рекомендуется выполнять пунктирными линиями. Вывод функции положения следует привести подробно.
4. Подставить числовые значения геометрических параметров механизма, заданных в табл.3 и определить положение выходного звена механизма.

Задача №3.

Ступенчатый стержень, массой которого следует пренебречь, заделан верхним концом и нагружен тремя внешними продольными силами *F1*, *F2*, *F3*. Длины участков нагружения *l1*, *l2*, *l3*, а площади поперечных сечений на этих участках соответственно равны *А1*, *А2*, *А3*.

Варианты заданий представлены в табл.4.

Требуется:

* Определить продольную силу *N*, уравновешивающую внешние силы на участках по длине стержня, построить эпюру *N*;
* Найти нормальные напряжения в поперечных сечениях на каждом участке нагружения;
* Определить перемещения свободного конца стержня;
* Найти значения нормальных и касательных напряжений *σα* и *τα* в сечении *m*-*m*.

Указания к решению задачи №3.

1. Вычертить стержень в масштабе, проставив основные размеры. Необходимые данные для выбранной схемы варианта взять из табл.4.
2. Указать направление реакции *R* в заделке и, применив уравнение равновесия, определить ее величину и направление.
3. Применив метод сечений на каждом участке стержня, показать продольную внутреннюю силу *N*. Из уравнения равновесия оставшейся части стержня найти значение *N*.
4. На прямой, параллельной оси стержня, вычертить эпюру *N*, указав на ней знаки и числовые значения продольной силы на каждом участке.
5. По величине продольной силы *N* и площади поперечного сечения *А* на каждом участке найти значения нормальных напряжений, определить вид деформации (растяжение или сжатие).
6. Перемещение свободного конца стержня определить как алгебраическую сумму продольных деформаций всех участков, вычисленных по закону Гука. Принять модуль упругости *Е* для стали (Е=2\*105 МПа).
7. Провести на заданном участке стержня (табл.4) сечение m-m под углом *α* и вычертить отдельную часть стержня, содержащую заштрихованную наклонную площадку. Положительный угол *α* следует отсчитывать от оси стержня до внешней нормали к рассматриваемому сечению против хода часовой стрелки.
8. Определить значения нормальных и касательных напряжений, действующих по указанной наклонной площадке, и показать их на схеме в соответствии с их знаками.

Задача №4.

На брус заданного сечения действуют внешние силы *Fe* и моменты сил *Ме* и *Те*.

Варианты заданий представлены в табл.5.

Требуется:

* Найти в брусе опасное сечение и определить значение максимальных напряжений в этом сечении, построив эпюры внутренних сил и моментов сил;
* Проверить прочность бруса при заданных размерах и значениях действующих внешних сил и моментов сил, используя третью гипотезу прочности. Допустимое нормальное напряжение материала бруса составляет [*σ*] =157 МПа.

Указания к решению задачи №4.

1. Вычертить брус с указанием на нем поперечного сечения, нагрузок и геометрических размеров в соответствии со своим вариантом задания (табл.5).
2. Составить расчетную схему бруса с указанием реакций в опорах и внешних сил и моментов сил.
3. Определить реакции в опорах, используя необходимое количество уравнений равновесия системы.
4. Под расчетной схемой бруса построить эпюры внутренних усилий и выявить опасные сечения. Опасными сечениями являются такие поперечные сечения бруса, в которых внутренние силы и моменты достигают в совокупности наибольших значений.
5. В опасных сечениях построить эпюры возникающих напряжений от всех внутренних сил, сориентировав совместно их в пространстве, и выявить опасный элемент (точку) в этих сечениях.
6. Определить величины главных напряжений в опасных элементах (элементе) и проверить прочность бруса по третьей гипотезе прочности.

Таблица 1

Исходные данные к задаче №1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Номер варианта | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| Номер рисунка электродвигателя с передаточным механизмом | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| Номер рисунка кинематической схемы исполнительного механизма | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 6 | 9 | 4 |

Таблица 2

Исходные данные к задаче №1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | | Номер варианта | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| Частота вращения электродвигателя | *ω*, с-1 | 24 | 36 | 52 | 23 | 12 | 35 | 62 | 67 | 84 | 35 | 16 | 64 | 48 | 32 | 46 |
| Число зубьев колес | *Z1* | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| *Z2* | 30 | 32 | 38 | 42 | 44 | 34 | 48 | 36 | 46 | 40 | 35 | 45 | 33 | 47 | 43 |
| *Z3* | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| *Z4* | 50 | 54 | 60 | 68 | 56 | 64 | 70 | 52 | 56 | 58 | 66 | 62 | 55 | 65 | 63 |
| *Z5* | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| *Z6* | 80 | 75 | 65 | 55 | 50 | 85 | 90 | 60 | 70 | 95 | 60 | 75 | 85 | 50 | 80 |

Таблица 3

Исходные данные к задаче №2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | | Номер варианта | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| Номер рисунка кинематической схемы исполнительного механизма | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 6 | 9 | 4 |
| Геометрические размеры звеньев | *r*, *мм* | 200 | 120 | 150 | 180 | 200 | 250 | 100 | 150 | 250 | 200 | 180 | 140 | 210 | 160 | 130 |
| *а*, *мм* | 350 | 300 | 250 | 200 | 250 | 300 | 150 | 200 | 300 | 300 | 250 | 200 | 350 | 200 | 250 |
| *l*, *мм* | 158 | 162 | 182 | 205 | 230 | 255 | 375 | 350 | 328 | 302 | 280 | 295 | 305 | 284 | 192 |
| *l1*, *мм* | 450 | 400 | 350 | 600 | 400 | 500 | 250 | 500 | 600 | 550 | 430 | 350 | 380 | 540 | 490 |
| *l2*, *мм* | 630 | 580 | 450 | 890 | 640 | 750 | 380 | 720 | 850 | 730 | 660 | 520 | 570 | 700 | 760 |
| *l3*, *мм* | 100 | 150 | 100 | 150 | 100 | 150 | 150 | 100 | 150 | 100 | 100 | 150 | 150 | 100 | 150 |
| Угол поворота кривошипа, *град*. | *φ* | 120 | 300 | 210 | 330 | 150 | 60 | 300 | 240 | 30 | 60 | 270 | 120 | 150 | 60 | 240 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| Рис.1 | |
|  | |
| Рис.2 | |
|  |  |
| Рис.3 | Рис.4 |
|  |  |
| Рис.5 | Рис.6 |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рис.7 | Рис.8 |
|  |  |
| Рис.9 | Рис.10 |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рис.11 | Рис.12 |
|  |  |
| Рис.13 | Рис.14 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| Рис.15 | Рис.16 | Рис.17 |
|  |  |  |
| Рис.18 | Рис.19 |  |

Таблица 4

Исходные данные к задаче №3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  варианта | Номер рисунка | *l1* | *l2* | *l3* | *F1* | *F2* | *F3* | *A1* | *A2* | *A3* | *α* |
| *мм* | *мм* | *мм* | *Н* | *Н* | *Н* | *мм2* | *мм2* | *мм2* | *град.* |
| 1 | 15 | 300 | 200 | 200 | 100 | 200 | 600 | 4 | 6 | 5 | 20 |
| 2 | 16 | 200 | 100 | 300 | 200 | 300 | 500 | 5 | 7 | 6 | 25 |
| 3 | 17 | 100 | 300 | 300 | 300 | 100 | 400 | 6 | 8 | 7 | 30 |
| 4 | 18 | 200 | 300 | 100 | 400 | 400 | 300 | 7 | 9 | 8 | 35 |
| 5 | 19 | 200 | 200 | 100 | 500 | 500 | 200 | 8 | 4 | 9 | 40 |
| 6 | 15 | 100 | 100 | 200 | 100 | 600 | 800 | 9 | 5 | 4 | 45 |
| 7 | 16 | 100 | 200 | 200 | 200 | 700 | 700 | 4 | 6 | 5 | 20 |
| 8 | 17 | 200 | 300 | 300 | 300 | 500 | 600 | 5 | 7 | 6 | 25 |
| 9 | 18 | 300 | 100 | 100 | 400 | 400 | 500 | 6 | 8 | 7 | 30 |
| 10 | 19 | 200 | 100 | 300 | 500 | 300 | 400 | 7 | 9 | 8 | 35 |
| 11 | 15 | 200 | 300 | 200 | 100 | 200 | 300 | 8 | 4 | 9 | 40 |
| 12 | 16 | 100 | 200 | 200 | 200 | 100 | 400 | 9 | 5 | 4 | 45 |
| 13 | 17 | 300 | 200 | 100 | 300 | 600 | 500 | 4 | 6 | 5 | 20 |
| 14 | 18 | 200 | 100 | 300 | 400 | 700 | 600 | 5 | 7 | 6 | 25 |
| 15 | 19 | 100 | 300 | 200 | 500 | 800 | 600 | 7 | 8 | 7 | 30 |

|  |
| --- |
|  |
| Рис.20 |

Таблица 5

Исходные данные к задаче №4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер варианта | Номер расчетной схемы (рис.20) | Номер формы сечения (табл.6) | *Те* | *Ме* | *Fе* | *l* | *d* | *d0* | *h* | *b* | *α* | *β* |
| *Нм* | *Нм* | *Н* | *м* | *м* | *м* | *м* | *м* | *град.* | *град.* |
| 1 | 1 | 1 | 145 | 150 | 165 | 2 | 0,05 | 0,035 | 0,05 | 0,04 | 30 | 60 |
| 2 | 2 | 2 | 120 | 135 | 155 | 2,5 | 0,055 | 0,04 | 0,045 | 0,035 | 45 | 30 |
| 3 | 3 | 3 | 140 | 145 | 140 | 3 | 0,045 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 30 | 45 |
| 4 | 1 | 4 | 100 | 165 | 145 | 2,2 | 0,04 | 0,025 | 0,045 | 0,035 | 60 | 45 |
| 5 | 2 | 1 | 140 | 160 | 170 | 2,6 | 0,05 | 0,035 | 0,05 | 0,04 | 30 | 60 |
| 6 | 3 | 2 | 135 | 175 | 155 | 2,4 | 0,055 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 45 | 30 |
| 7 | 1 | 3 | 145 | 195 | 140 | 2,8 | 0,045 | 0,03 | 0,045 | 0,035 | 30 | 45 |
| 8 | 2 | 4 | 110 | 200 | 160 | 3 | 0,045 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | 60 | 60 |
| 9 | 3 | 1 | 130 | 210 | 175 | 2,5 | 0,055 | 0,0.4 | 0,04 | 0,03 | 45 | 30 |
| 10 | 1 | 2 | 125 | 170 | 150 | 2,4 | 0,05 | 0,035 | 0,045 | 0,035 | 60 | 45 |
| 11 | 2 | 3 | 115 | 220 | 165 | 2,2 | 0,05 | 0,035 | 0,05 | 0,04 | 30 | 60 |
| 12 | 3 | 4 | 130 | 165 | 145 | 2,6 | 0,045 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | 45 | 30 |
| 13 | 1 | 1 | 135 | 155 | 160 | 2 | 0,04 | 0,025 | 0,045 | 0,035 | 60 | 45 |
| 14 | 2 | 2 | 140 | 185 | 170 | 2,3 | 0,05 | 0,035 | 0,04 | 0,03 | 30 | 45 |
| 15 | 3 | 3 | 100 | 180 | 180 | 2,7 | 0,055 | 0,04 | 0,045 | 0,035 | 30 | 60 |

Таблица 6

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер сечения | Форма сечения | Момент сопротивления сечения | |
| осевой | полярный |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |