

Содержание контрольной работы должно начинаться с текста задания, сопровождаемого исходными данными и заданной схемой. Затем последовательно излагается расчетная часть контрольной работы. Название разделов и пунктов указываются в оглавлении на заглавном листе работы. Расчеты должны сопровождаться краткими пояснениями, схемами и эскизами. Приводимые в расчете формулы и справочные данные должны сопровождаться ссылками на использованную литературу. Ссылки должны выполняться по типу: [1, с. 45], где 1 – номер литературного источника в списке использованной литературы. В данном списке, приводимом в конце контрольной работы, указывается автор, название книги (методического указания), издательство, год издания пособия и количество страниц (например: Иванов М.Н. Детали машин.– М.: Высш. шк., 2004. – 306 с.).

Результаты расчета указываются после постановки в формулу цифровых величин без приведения промежуточных вычислений. Все обозначения величин, входящие в формулы, расшифровываются и сопровождаются необходимыми пояснениями с указанием единиц измерения данных величин. При выполнении контрольных работ необходимо пользоваться только Международной системой единиц СИ.

Распечатки результатов выполнения разделов контрольной работы с использованием ЭВМ также необходимо сопровождать пояснениями.

Контрольную работу, выполненную с грубыми нарушениями данных методических указаний, преподаватель имеет право вернуть студенту на доработку.

## ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 1

### Задача № 1

По исходным данным, приведенным в табл. 2 и 3, выполнить:

#### 1. Структурный анализ механизма .

1.1. Начертить схему механизма в масштабе  $k_l$  для заданного углом  $\varphi$  мгновенного положения входного (ведущего) звена. Построение следует начинать с точки О, откладывая угол  $\varphi$  от оси ОХ или ОУ (см. схему механизма на рис. 2) в сторону вращения ведущего звена механизма;

1.2. Определить количество звеньев и кинематических пар механизма, обозначить на схеме входное (ведущее) звено цифрой 1 и стойку (неподвижное звено) цифрой 0 (кинематические пары обозначают заглавными буквами);

1.3. Определить степень подвижности  $W$  механизма и выделить входящую в него структурную группу Ассура, указав класс, порядок и вид группы.

#### 2. Кинематический анализ механизма в положении, заданном углом $\varphi$ .

2.1. Построить планы скоростей для всех указанных на схеме механизма точек. При расчете **принять**  $\omega_1 = \text{const}$ .

2.2. Определить величины и направления угловых скоростей  $\omega_i$  звеньев (где  $i = 1, 2, 3, \dots$  – порядковый номер звена). Направления угловых скоростей указать на кинематической схеме механизма круговыми стрелками.

2.3. При определении скоростей и ускорений центров масс  $S_i$  звеньев принять, что центр массы звена расположен на середине его длины. Центр массы ползуна принять совпадающим с центром шарнира.

**Исходные данные к расчету выбираются из табл. 2 по последней цифре учебного шифра, из табл. 3 – по предпоследней цифре шифра.**

Таблица 2

Исходные данные

|                          | Вариант |   |    |     |    |   |   |    |     |    |
|--------------------------|---------|---|----|-----|----|---|---|----|-----|----|
|                          | 0       | 1 | 2  | 3   | 4  | 5 | 6 | 7  | 8   | 9  |
| Схема механизма (рис. 2) | V       | I | II | III | IV | V | I | II | III | IV |

Таблица 3

## Исходные данные

|  |                      | Вариант |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|----------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|  |                      | 0       | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
| $\omega_1$ , рад / с                               |                      | 30      | 20   | 40   | 30   | 18   | 32   | 26   | 24   | 20   | 25   |
| $\varphi$ , град.<br>(для схем I,<br>II, III и IV) |                      | 135     | 45   | 30   | 60   | 120  | 150  | 210  | 240  | 300  | 330  |
| Схемы<br>I и IV                                    | $l_{AB}$ ,           | 0,08    | 0,10 | 0,12 | 0,15 | 0,12 | 0,10 | 0,08 | 0,10 | 0,12 | 0,15 |
|  | $l_{BC}$ ,           | 0,2     | 0,25 | 0,25 | 0,30 | 0,30 | 0,20 | 0,16 | 0,20 | 0,24 | 0,30 |
|  | $l_{CD}$ ,           | 0,24    | 0,30 | 0,30 | 0,35 | 0,36 | 0,24 | 0,20 | 0,30 | 0,30 | 0,35 |
| Схема<br>II  | $l_{AB}$ ,           | 0,10    | 0,15 | 0,12 | 0,10 | 0,15 | 0,12 | 0,20 | 0,15 | 0,10 | 0,12 |
|  | $l_{AC}$ ,           | 0,30    | 0,40 | 0,30 | 0,25 | 0,30 | 0,24 | 0,45 | 0,35 | 0,20 | 0,24 |
|  | $l_{CD}$ ,           | 0,45    | 0,60 | 0,45 | 0,40 | 0,50 | 0,40 | 0,70 | 0,55 | 0,35 | 0,40 |
| Схема<br>III                                       | $l_{AB}$ ,<br>м      | 0,10    | 0,15 | 0,20 | 0,10 | 0,12 | 0,08 | 0,15 | 0,10 | 0,08 | 0,12 |
| Схема<br>V   | $\varphi$ ,<br>град. | 20      | 30   | 45   | 315  | 330  | 340  | 25   | 40   | 335  | 320  |
|  | $a$ , м              | 0,05    | 0,08 | 0,10 | 0,05 | 0,08 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 |

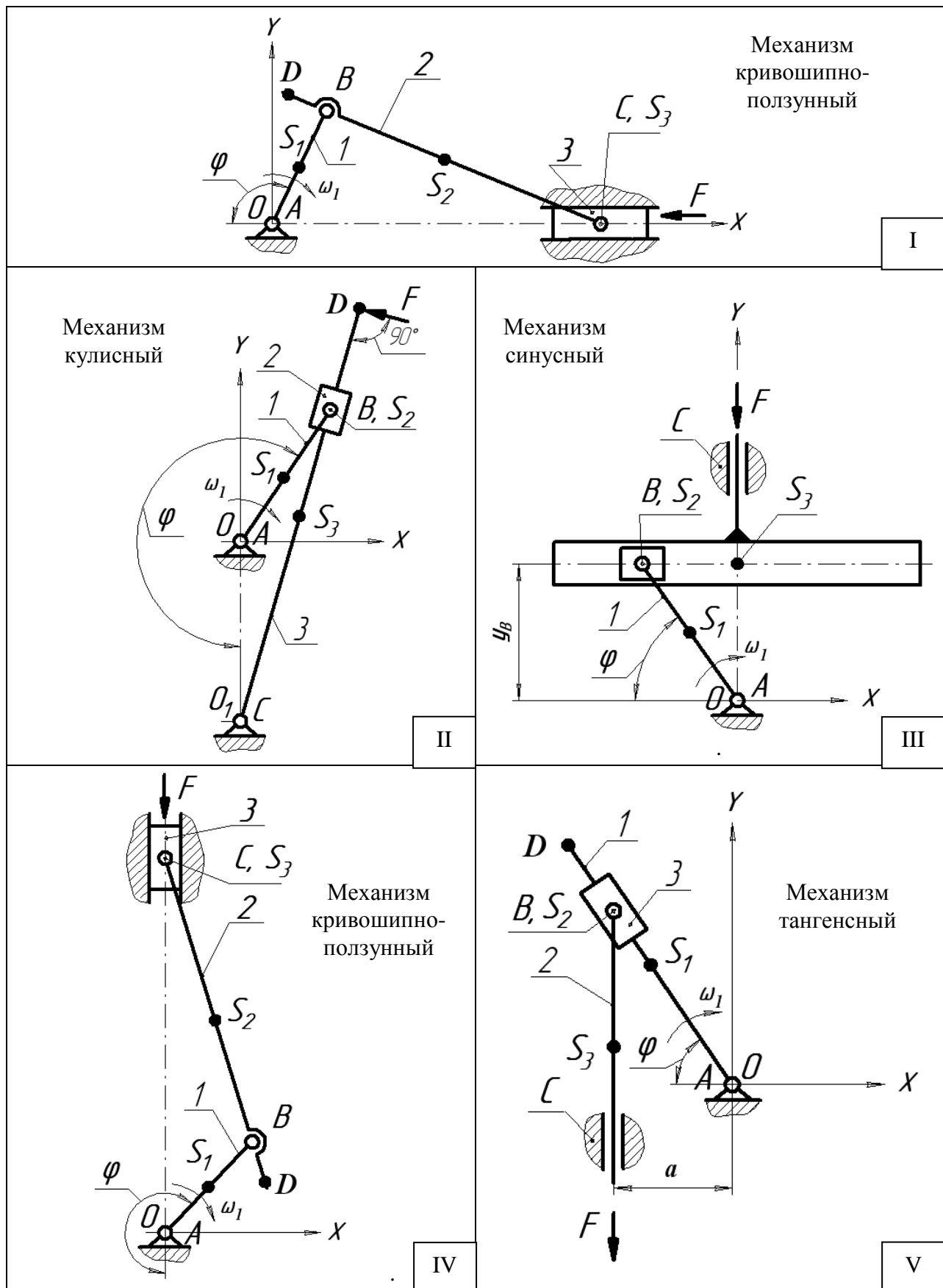


Рис. 2 Схемы механизмов

## Задача № 2

На стальную балку 1, лежащую на двух опорах 2 (рис. 3), действуют внешние нагрузки (силы  $F_1$  и  $F_2$ , а также изгибающий момент  $M_1$ ).

Требуется:

1. Выполнить расчетную схему балки по заданным размерам в масштабе.
2. Определить реакции опор балки от действующих нагрузок [5].

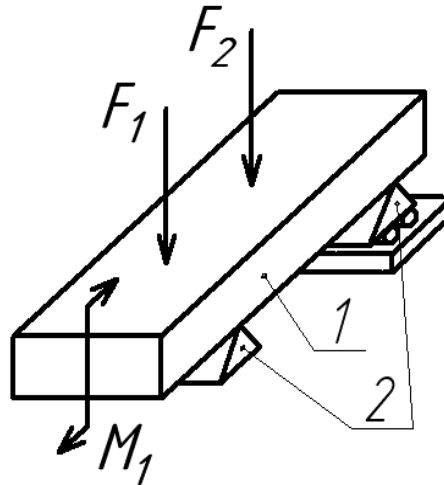


Рис. 3 Стальная балка

3. Написать аналитические выражения изгибающего момента  $M$  для каждого расчетного участка балки [5].
4. Построить эпюры изгибающих моментов  $M$  с указанием численных значений ординат моментов.
5. По максимальному изгибающему моменту подобрать стальную балку прямоугольного поперечного сечения при допуске на напряжение на изгиб  $[\sigma_{изг}] = 120$  МПа.

**Исходные данные выбираются по рис. 4 по последней цифре учебного шифра (схема балки) и из табл. 6 по предпоследней цифре шифра.**

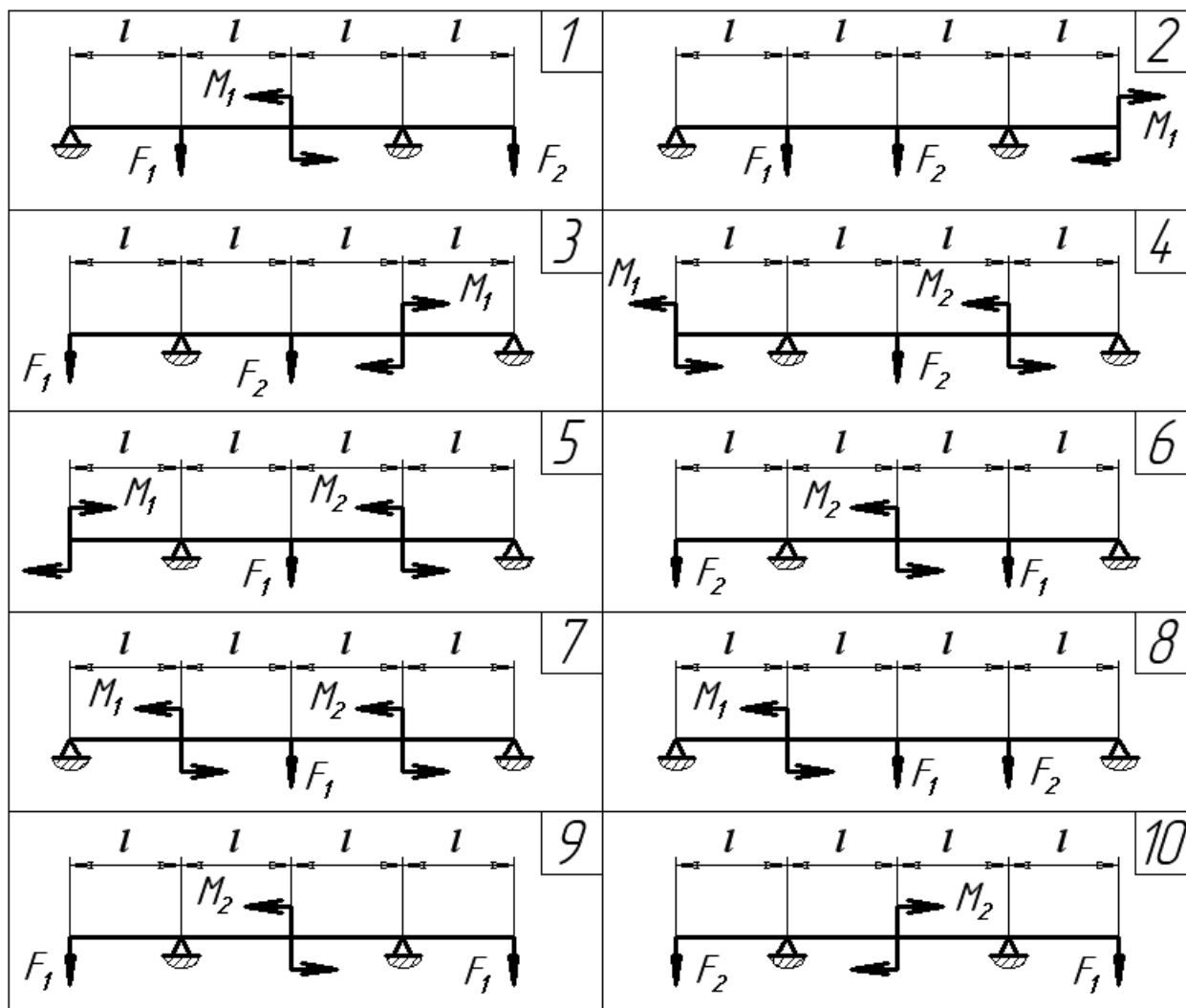


Рис. 4 Схемы двухпорных балок

Таблица 4

Исходные данные

|                              |              | Вариант |    |     |    |     |     |    |     |    |     |
|------------------------------|--------------|---------|----|-----|----|-----|-----|----|-----|----|-----|
|                              |              | 0       | 1  | 2   | 3  | 4   | 5   | 6  | 7   | 8  | 9   |
| Длина одного пролета $l$ , м |              | 0,5     | 1  | 1,5 | 2  | 2,5 | 2,5 | 2  | 1,5 | 1  | 0,5 |
| Внешние нагрузки             | $F_1$ , кН   | 12      | 11 | 10  | 9  | 8   | 7   | 8  | 9   | 10 | 11  |
|                              | $F_2$ , кН   | 2       | 4  | 6   | 8  | 10  | 9   | 8  | 7   | 6  | 5   |
|                              | $M_1$ , кН·м | 25      | 20 | 15  | 10 | 5   | 15  | 20 | 25  | 10 | 15  |
|                              | $M_2$ , кН·м | 12      | 14 | 16  | 18 | 20  | 20  | 18 | 16  | 14 | 12  |

### Задача № 3

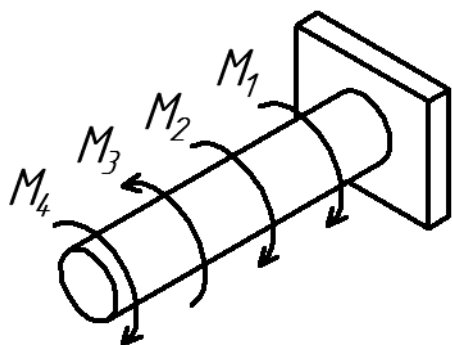


Рис. 5 Схема вала

К стальному круглому валу, жестко заделанному одним концом (рис. 5), приложены четыре вращающих момента:  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  и  $M_4$ .

Требуется:

1. Построить эпюру вращающих моментов .
2. Определить допустимый диаметр вала из расчета на

прочность. Допустимые напряжения кручения вала  $[\tau_{кр}]$  принять  $[\tau_{кр}] = 25$  МПа.

Исходные данные к расчету выбираются по рис. 6 по последней цифре учебного шифра (схема вала) и из табл. 7 по предпоследней цифре учебного шифра.

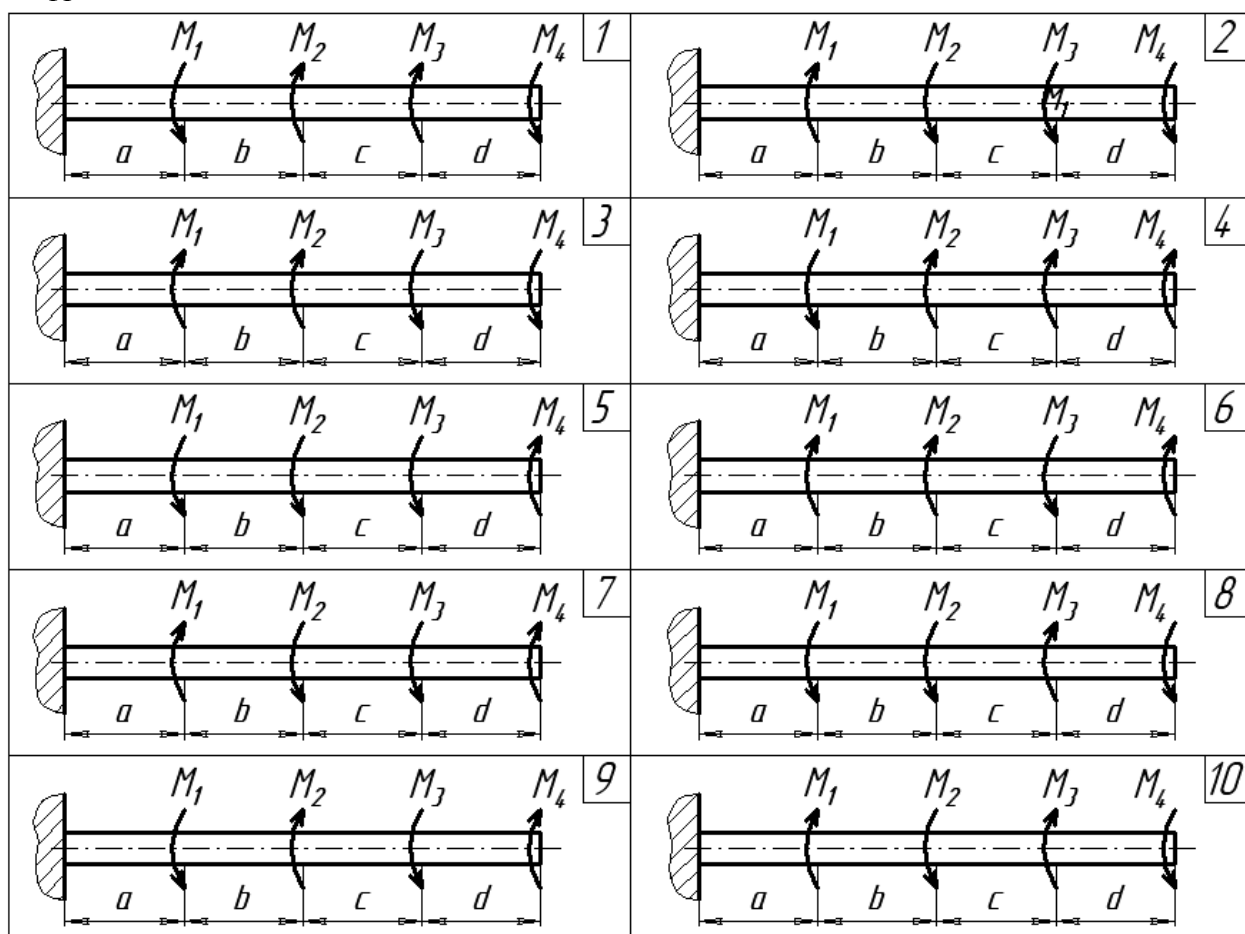


Рис. 6 Расчетные схемы валов

Таблица 5

## Исходные данные

|               |       | Вариант   |          |          |          |          |           |          |          |          |          |
|---------------|-------|-----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
|               |       | 0         | 1        | 2        | 3        | 4        | 5         | 6        | 7        | 8        | 9        |
| Моменты, кН·м | $M_1$ | 2,0       | 1,9      | 1,8      | 1,7      | 1,6      | 1,5       | 1,4      | 1,3      | 1,2      | 1,1      |
|               | $M_2$ | 1,1       | 1,2      | 1,3      | 1,4      | 1,5      | 1,6       | 1,7      | 1,8      | 1,9      | 2,0      |
|               | $M_3$ | 1,2       | 1,4      | 1,6      | 1,8      | 2,0      | 2,2       | 2,4      | 2,6      | 2,8      | 3,0      |
|               | $M_4$ | 3,6       | 3,3      | 3,0      | 2,7      | 2,4      | 2,1       | 1,8      | 1,5      | 1,2      | 0,9      |
| Длина, м      | $a$   | 0,1       | 0,15     | 0,20     | 0,25     | 0,30     | 0,35      | 0,40     | 0,45     | 0,50     | 0,55     |
|               | $b$   | 0,2       | 0,22     | 0,24     | 0,26     | 0,28     | 0,30      | 0,32     | 0,34     | 0,36     | 0,38     |
|               | $c$   | 0,3       | 0,33     | 0,36     | 0,39     | 0,42     | 0,45      | 0,48     | 0,51     | 0,54     | 0,57     |
|               | $d$   | 0,4       | 0,45     | 0,50     | 0,55     | 0,60     | 0,65      | 0,70     | 0,75     | 0,80     | 0,85     |
| Материал вала |       | Сталь Ст6 | Сталь 35 | Сталь 40 | Сталь 45 | Сталь 50 | Сталь Ст6 | Сталь 35 | Сталь 40 | Сталь 45 | Сталь 50 |
| Вид нагрузки  |       | I         | II       | III      | I        | III      | III       | I        | II       | III      | I        |

Примечание: Римскими цифрами обозначен вид нагрузки: I – статическая; II – переменная, действующая от нуля до максимума и от максимума до нуля (пульсирующая); III – знакопеременная (симметричная).



#### Задача № 4

На рис. 7 представлена схема тормозного устройства, состоящего из тормозного барабана 1, тормозных колодок 2, тормозной ленты 3 и рычага 4.

Требуется:

Рассчитать наибольшее тормозное усилие  $P$  в тормозном устройстве и подобрать размеры поперечного сечения тормозной ленты ( $h \times t$ , мм), а также количество заклепок на ней. Величина допустимых напряжений среза заклепок  $[\tau_{cp}] = 140$  МПа, напряжений смятия  $[\sigma_{см}] = 320$  МПа, напряжений на разрыв ленты  $[\sigma_{разр}] = 160$  МПа. Диаметр заклепки принять равным  $d = 8$  мм, коэффициент трения тормозной колодки о барабан  $f = 0,30 \dots 0,35$ .

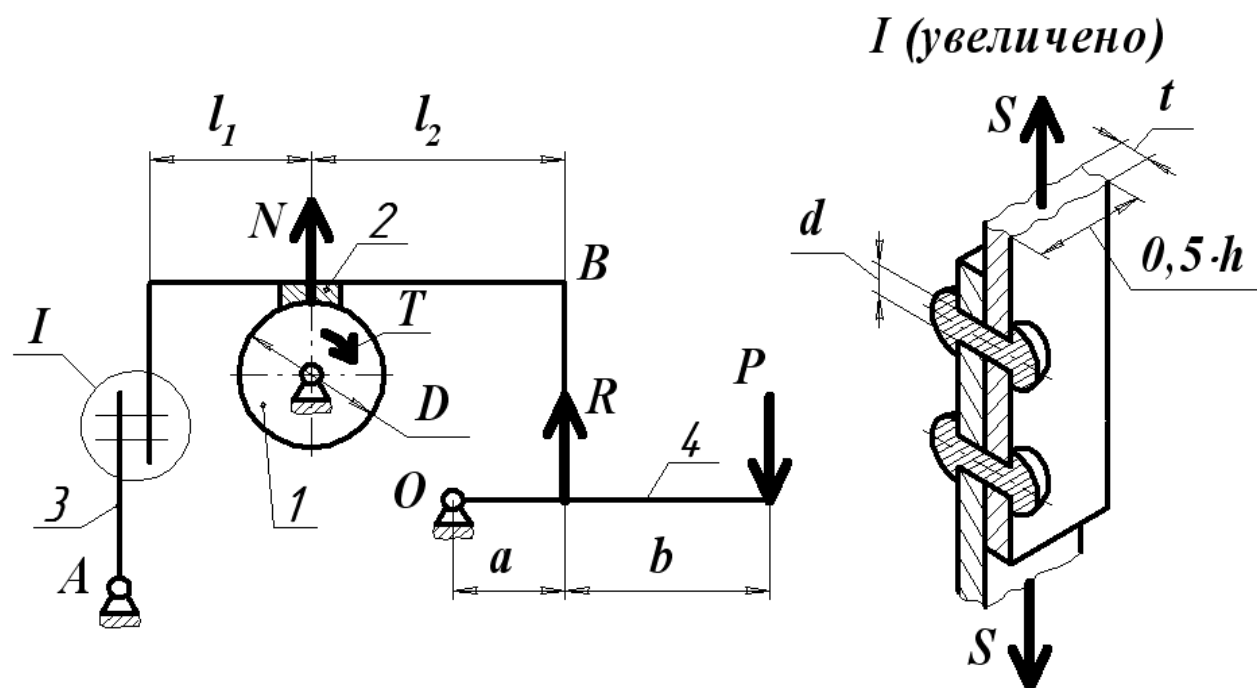


Рис. 7. Расчетная схема тормозного устройства

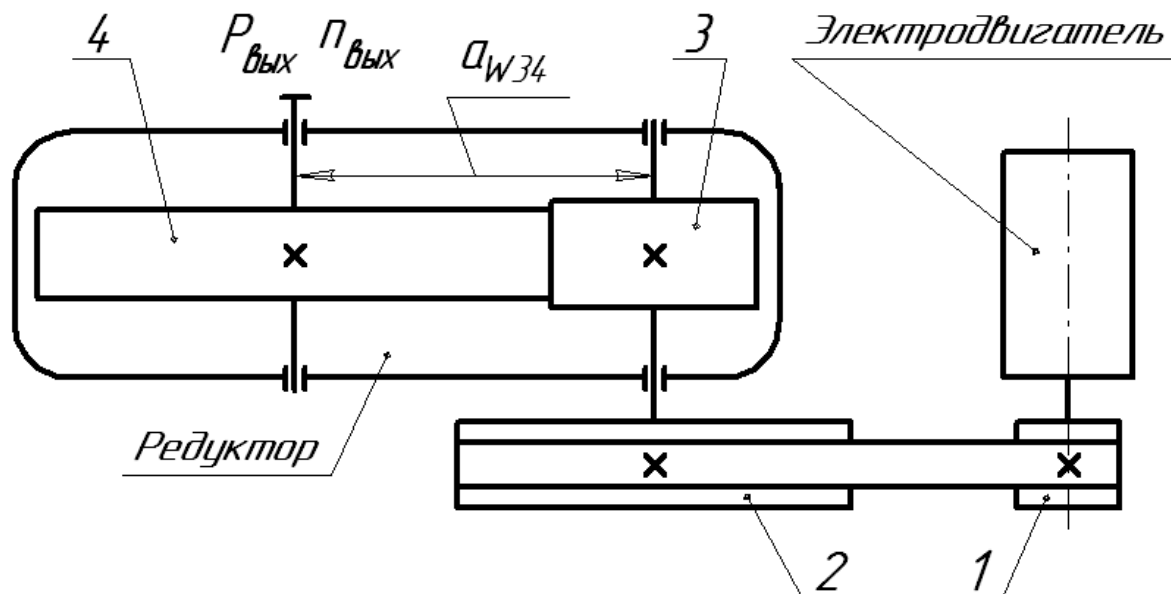
Исходные данные к расчету выбираются по табл. 6. Величина тормозного момента  $T$  и диаметра тормозного барабана  $D$  принимаются по последней цифре шифра, остальные данные – по предпоследней цифре шифра.

## Исходные данные

|                                     |       | Вариант |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|-------------------------------------|-------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
|                                     |       | 0       | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9     |
| Тормозной момент<br>$T$ , Н·м       |       | 1000    | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 | 9000 | 10000 |
| Диаметр тормозного барабана $D$ , м |       | 0,1     | 0,2  | 0,3  | 0,4  | 0,5  | 0,6  | 0,7  | 0,6  | 0,5  | 0,4   |
| Размеры рычага, м                   | $a$   | 0,3     | 0,3  | 0,25 | 0,4  | 0,35 | 0,35 | 0,4  | 0,4  | 0,5  | 0,6   |
|                                     | $b$   | 1       | 0,5  | 0,6  | 1    | 0,75 | 0,6  | 0,8  | 1    | 1    | 1,2   |
| Размеры плеч тормоза, м             | $l_1$ | 0,15    | 0,2  | 0,35 | 0,3  | 0,5  | 0,4  | 0,6  | 0,4  | 0,6  | 0,5   |
|                                     | $l_2$ | 0,15    | 0,2  | 0,35 | 0,4  | 0,4  | 0,5  | 0,6  | 0,6  | 0,4  | 0,6   |

### Задача № 5

На рис. 8 представлена схема привода общего назначения, состоящего из электродвигателя, ременной передачи и одноступенчатого цилиндрического редуктора.



**Рис. 8. Схема привода**

*Требуется:*

1. Выполнить расчет и разработать компоновочный эскиз редуктора.
2. Определить кинематические параметры привода.
3. Определить межосевое расстояние редуктора.
4. Определить геометрические параметры зубчатой передачи.
5. Определить силы, действующие в зубчатом зацеплении.
6. Выполнить предварительный расчет валов.
7. Подобрать подшипники качения.
8. Разработать и выполнить компоновочный эскиз редуктора.

Исходные данные к расчету выбираются из табл. 5 по последней цифре шифра и из табл. 6 по предпоследней цифре шифра.

Таблица 7

Исходные данные

|                               | Вариант |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                               | 0       | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   |
| Мощность<br>$P_{вых}$ , кВт   | 1,1     | 1,3 | 1,5 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 2,7 | 3   |
| Частота<br>$n_{вых}$ , об/мин | 200     | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 |

Таблица 8

## Исходные данные

|   | Вариант |      |     |      |    |      |     |      |   |      |
|---|---------|------|-----|------|----|------|-----|------|---|------|
|   | 0       | 1    | 2   | 3    | 4  | 5    | 6   | 7    | 8 | 9    |
| Передаточное<br>число $U_P$                   | 4       | 3,75 | 3,5 | 3,25 | 3  | 2,75 | 2,5 | 2,25 | 2 | 1,75 |
| Угол наклона<br>линии зуба<br>$\beta$ , град. | 8       | 10   | 0   | 8    | 10 | 0    | 8   | 10   | 0 | 8    |

Примечание: зубчатые колеса изготавливаются из стали 40ХН, для которой допустимые контактные напряжения  $[\sigma_H] = 450$  МПа, твердость по методу Бринелля  $HB = 280$ .