**Задача №5**

**Совместное действие изгиба и кручения**

Стальной вал постоянного сечения вращается с постоянной угловой скоростью, совершая *n* об/мин, и передает мощность *N* кВт.

Требуется для вала, при заданном коэффициенте прочности =1,5:

* + Определить нагрузки, действующие на вал;
  + Построить эпюры изгибающих моментов в двух плоскостях (вертикальной

и горизонтальной), результирующего изгибающего момента , крутящих моментов и расчетного (эквивалентного) момента ;

* + Определить допускаемое напряжение по формуле

,

где  - предел текучести материала вала.

* Из условия прочности определить диаметр вала и его значение в мм округлить до числа из ряда предпочтительных размеров в машиностроении (числа, заканчивающегося цифрой 0, 2, 4, 5, 6, 8).

При определении  и  в тех сечениях, в который один из моментов

,  или  имеет разрыв значений, моменты  и  нужно определять слева и справа от этого сечения.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер строки | Номер схемы | Размеры, м | | | | | *N*,  кВт | *n*,  об/мин | Марка стали |
| *a* | *b* | *c* | *D*1 | *D2* |
| 1 |  | 0,5 | 0,3 |  |  |  |  |  | 10 |
| 9 |  |  |  |  |  |  | 15 |  |  |
| 0 | 10 |  |  | 0,7 | 0,3 | 0,6 |  | 200 |  |
|  | *M* | *L* | *L* | *M* | *M* | *М* | *K* | *M* | *L* |

# **Решение.**

1. Определение нагрузок, действующих на вал.

Условие равномерного вращения вала сводится к равенству моментов сил, приложенных к валу относительно оси вращения:

 Нм.



Силы натяжения ветвей ремня ременной передачи:





Сила натяжения каната:



Проекции силы P на оси координат х и у:

Суммарная сила натяжения ветвей ремня ременной передачи:



1. Построение эпюры изгибающих моментов в двух плоскостях

(вертикальной и горизонтальной) и эпюры крутящих моментов.

Схема нагружения вала в вертикальной плоскости приведена на рис. 5.1, б.

Уравнение равновесия моментов сил, приложенных к валу и действующих в вертикальной плоскости, имеют вид:

, 

, 

Отсюда следует:





Проверка:





Рисунок 1

Где остальные эпюры

В вертикальной плоскости вал имеет 3 участка.

1 участок .

Для левой отсеченной части вала имеем

,

,



2 участок  a+.

Для левой отсеченной части вала имеем

,

,



3 участок 

Для правой отсеченной части вала имеем

,

,



По полученным данным строим эпюру изгибающих моментов  (рис. 1,в).

Схема нагружения вала в горизонтальной плоскости приведена

на рис. 1, г.

Уравнения равновесия моментов сил, приложенных к валу и действующих в горизонтальной плоскости, имеют вид

, ,

,

.

Отсюда следует:





Проверка:



В горизонтальной плоскости вал имеет 3 участка.

1 участок .

Для левой отсеченной части вала имеем

, , 

2 участок .

Для правой отсеченной части вала имеем

,





3 участок .

Для правой отсеченной части вала имеем

 ,



По полученным данным строим эпюру изгибающих моментов 

(рис. 1, д).

Крутящий момент  действует в сечениях вала на втором и третьем участках (BC и СD). Эпюра крутящих моментов приведена на рис. 1,е.

1. Подбор диаметра вала по третьей теории прочности (теории максимальных

касательных напряжений).

Из анализа эпюр моментов, действующих в сечениях вала, следует, что максимального значения эквивалентный момент может достигнуть только в сечениях С или В.

Расчетный момент определяется по формуле:

.

Для сечения  

Для сечения  

Расчет сечения вала следует вести для сечения С, как наиболее нагруженного.

Условие прочности вала:

,

где  - момент сопротивления сечения вала при совместном изгибе и кручении;  250/1,5= 166,667 МПа – допускаемое напряжение.

Отсюда = 59,354 мм.

Принимаем диаметр равным 60 мм.