

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНОЙ МЕХАНИКИ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

**КАФЕДРА «МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗАВОДОВ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ»
ИМ. ПРОФ. СЕДУША В.Я.**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к проведению практических занятий
по дисциплине вариативной части
по выбору студента профессионального цикла
МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-
ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ
для студентов всех форм обучения
направления подготовки 15.04.02
«Технологические машины и оборудование»

Донецк
ДОННТУ
2017

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНОЙ МЕХАНИКИ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

**КАФЕДРА «МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗАВОДОВ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ»
ИМ. ПРОФ. СЕДУША В.Я.**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к проведению практических занятий
по дисциплине вариативной части
по выбору студента профессионального цикла
МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-
ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ
для студентов всех форм обучения
направления подготовки 15.04.02
«Технологические машины и оборудование»

Рассмотрены на заседании
кафедры «Механическое оборудование
заводов черной металлургии»
им. проф. Седуша В.Я.
Протокол № 11 от 03.04.2017 г.

Утверждены на заседании
учебно-издательского совета ДОННТУ
Протокол № ___ от __.__. 20__ г.

Донецк
ДОННТУ
2017

УДК 669. (075.8)

Методические указания к проведению практических занятий по дисциплине вариативной части по выбору студента профессионального цикла «Моделирование напряженно-деформированного состояния технических объектов» для студентов всех форм обучения направления подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» / сост.: Е. В. Ошовская. – Донецк: ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», 2017. – 18 с.

Отображены цель и задачи практических занятий по курсу «Моделирование напряженно-деформированного состояния технических объектов», их структура, порядок подготовки к ним, последовательность действий преподавателя и студентов, направленных на достижение требуемых результатов в усвоении теоретического материала.

Составители: Ошовская Е.В., к.т.н., доцент, доцент кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии» им. проф. Седуша В.Я.

Рецензенты: д.т.н., профессор А.П. Кононенко
д.т.н., профессор В.А. Сидоров

Ответственный за выпуск:

д. т. н., профессор С. П. Еронько

РАСЧЕТНАЯ РАБОТА
по дисциплине
«Компьютерное моделирование металлургических машин»

**Тема: «РАСЧЕТ ВАЛА КОНВЕЙЕРА
НА УСТАЛОСТНУЮ ПРОЧНОСТЬ»**

I. Постановка задачи

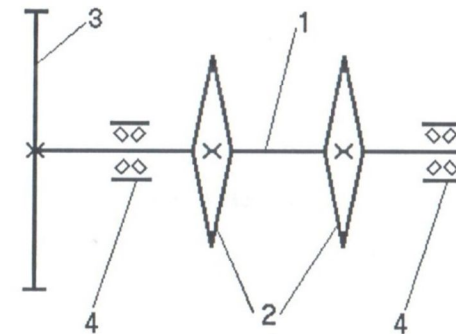
Выполнить расчет приводного вала пластинчатого конвейера на сопротивление усталости. Кинематическая схема вала приведена на рис. 1.

Вал имеет ступенчатую конструкцию, является двухопорным и установлен на сферических двухрядных роликоподшипниках. Вращение вала передается от цилиндрического прямозубчатого зубчатого колеса, установленного на шпонке на выходном участке вала. В центральной части вала симметрично на шпонках смонтированы две звездочки, преобразующие крутящий момент в тяговое усилие.

Схема вала с геометрическими параметрами приведена на рис.2.

На вал действуют следующие нагрузки:

- 1) радиальная F_r и окружная F_t силы зубчатого зацепления;
- 2) окружные силы звездочек $S_1 = S_2$;
- 3) крутящие моменты T , $T_1 = T_2 = 0,5 \cdot T$.



1 – вал; 2 – звездочка; 3 – зубчатое колесо; 4 – роликоподшипник

Рис.1. Кинематическая схема приводного вала конвейера

Вал изготовлен из стали 55 со следующими характеристиками:

| | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| предел прочности: | $\sigma_b = 700$ МПа; |
| предел текучести: | $\sigma_T = 420$ МПа; |
| предел выносливости при изгибе: | $\sigma_{-1} = 336$ МПа; |
| предел выносливости при кручении: | $\tau_{-1} = 175$ МПа. |

Вид механической обработки поверхности: тонкое шлифование.

Допустимый коэффициент запаса прочности $[s] = 2,5$.

II. Задание

1. Выполнить расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Найти опасное сечение вала – сечение с минимальным запасом усталостной прочности.
3. Выполнить расчет вала на усталостную прочность в опасном сечении, используя стандартную методику.
 - 3.1. Определить геометрические характеристики опасного сечения.
 - 3.2. Определить реакции опор в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.3. Построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.4. Построить эпюру крутящих моментов.
 - 3.5. Рассчитать коэффициент запаса прочности в опасном сечении вала.
4. Сравнить результаты, полученные по стандартной методике в пакете APM Shaft

Содержание пояснительной записки

1. Распечатка с результатами расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Расчет опасного сечения вала на усталостную прочность по стандартной методике.
3. Сравнение результатов расчета.

ВАРИАНТ № 1

Таблица 1 – Геометрические параметры вала, мм

| | | | |
|-------------|-------------|-------------|-----------|
| $d = 210$ | $l = 500$ | $l_5 = 220$ | $a = 140$ |
| $d_1 = 200$ | $l_1 = 300$ | $l_6 = 30$ | $b = 140$ |
| $d_2 = 180$ | $l_2 = 260$ | $l_7 = 10$ | $c = 70$ |
| $d_3 = 170$ | $l_3 = 240$ | $R = 10$ | $g = 120$ |
| | $l_4 = 250$ | $f = 5$ | |

Таблица 2 – Нагрузки, действующие на вал

| | |
|------------------------------|--|
| $F_r = 3166 \text{ Н}$ | $T = 6700 \text{ Н}\cdot\text{м}$ |
| $F_t = 8700 \text{ Н}$ | $T_1 = T_2 = 3350 \text{ кН}\cdot\text{м}$ |
| $S_1 = S_2 = 6700 \text{ Н}$ | |

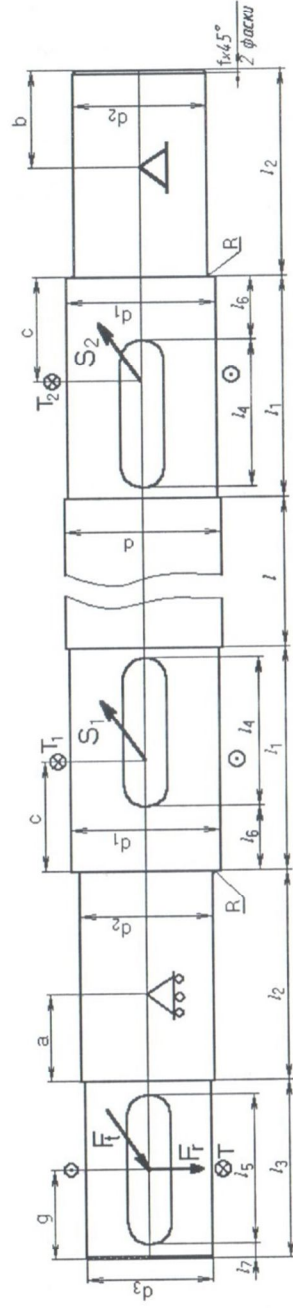


Рис.2. Схема вала конвейера с геометрическими параметрами и нагрузками

II. Задание

1. Выполнить расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Найти опасное сечение вала – сечение с минимальным запасом усталостной прочности.
3. Выполнить расчет вала на усталостную прочность в опасном сечении, используя стандартную методику.
 - 3.1. Определить геометрические характеристики опасного сечения.
 - 3.2. Определить реакции опор в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.3. Построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.4. Построить эпюру крутящих моментов.
 - 3.5. Рассчитать коэффициент запаса прочности в опасном сечении вала.
4. Схранить результаты, полученные по стандартной методике в пакете APM Shaft

Содержание пояснительной записки

1. Распечатка с результатами расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Расчет опасного сечения вала на усталостную прочность по стандартной методике.
3. Сравнение результатов расчета.

ВАРИАНТ № 2

Таблица 1 – Геометрические параметры вала, мм

| | | | |
|-------------|-------------|-------------|-----------|
| $d = 200$ | $l = 400$ | $l_5 = 180$ | $a = 100$ |
| $d_1 = 190$ | $l_1 = 250$ | $l_6 = 25$ | $b = 110$ |
| $d_2 = 170$ | $l_2 = 210$ | $l_7 = 10$ | $c = 50$ |
| $d_3 = 160$ | $l_3 = 200$ | $R = 10$ | $g = 100$ |
| | $l_4 = 220$ | $f = 5$ | |

Таблица 2 – Нагрузки, действующие на вал

| | |
|------------------------------|--------------------------------|
| $F_r = 3920 \text{ Н}$ | $T = 7000 \text{ Н·м}$ |
| $F_t = 10770 \text{ Н}$ | $T_1 = T_2 = 3500 \text{ Н·м}$ |
| $S_1 = S_2 = 8750 \text{ Н}$ | |

II. Задание

1. Выполнить расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Найти опасное сечение вала – сечение с минимальным запасом усталостной прочности.
3. Выполнить расчет вала на усталостную прочность в опасном сечении, используя стандартную методику.
 - 3.1. Определить геометрические характеристики опасного сечения.
 - 3.2. Определить реакции опор в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.3. Построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.4. Построить эпюру крутящих моментов.
 - 3.5. Рассчитать коэффициент запаса прочности в опасном сечении вала.
4. Сравнить результаты, полученные по стандартной методике в пакете APM Shaft

Содержание пояснительной записки

1. Распечатка с результатами расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Расчет опасного сечения вала на усталостную прочность по стандартной методике.
3. Сравнение результатов расчета.

ВАРИАНТ № 3

Таблица 1 – Геометрические параметры вала, мм

| | | | |
|-------------|-------------|-------------|-----------|
| $d = 200$ | $l = 600$ | $l_5 = 180$ | $a = 120$ |
| $d_1 = 190$ | $l_1 = 300$ | $l_6 = 30$ | $b = 100$ |
| $d_2 = 170$ | $l_2 = 260$ | $l_7 = 10$ | $c = 80$ |
| $d_3 = 160$ | $l_3 = 200$ | $R = 10$ | $g = 100$ |
| | $l_4 = 250$ | $f = 5$ | |

Таблица 2 – Нагрузки, действующие на вал

| | |
|-------------------------------|---|
| $F_r = 6370 \text{ Н}$ | $T = 10500 \text{ Н}\cdot\text{м}$ |
| $F_t = 17500 \text{ Н}$ | $T_1 = T_2 = 5250 \text{ Н}\cdot\text{м}$ |
| $S_1 = S_2 = 11670 \text{ Н}$ | |

II. Задание

1. Выполнить расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Найти опасное сечение вала – сечение с минимальным запасом усталостной прочности.
3. Выполнить расчет вала на усталостную прочность в опасном сечении, используя стандартную методику.
 - 3.1. Определить геометрические характеристики опасного сечения.
 - 3.2. Определить реакции опор в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.3. Построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.4. Построить эпюру крутящих моментов.
 - 3.5. Рассчитать коэффициент запаса прочности в опасном сечении вала.
4. Сравнить результаты, полученные по стандартной методике в пакете APM Shaft

Содержание пояснительной записки

1. Распечатка с результатами расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Расчет опасного сечения вала на усталостную прочность по стандартной методике.
3. Сравнение результатов расчета.

ВАРИАНТ № 4

Таблица 1 – Геометрические параметры вала, мм

| | | | |
|-------------|-------------|-------------|-----------|
| $d = 250$ | $l = 800$ | $l_5 = 220$ | $a = 150$ |
| $d_1 = 240$ | $l_1 = 320$ | $l_6 = 20$ | $b = 140$ |
| $d_2 = 220$ | $l_2 = 280$ | $l_7 = 10$ | $c = 70$ |
| $d_3 = 210$ | $l_3 = 240$ | $R = 10$ | $g = 120$ |
| | $l_4 = 290$ | $f = 5$ | |

Таблица 2 – Нагрузки, действующие на вал

| | |
|-------------------------------|--|
| $F_r = 14025 \text{ Н}$ | $T = 28900 \text{ Н}\cdot\text{м}$ |
| $F_t = 38530 \text{ Н}$ | $T_1 = T_2 = 14450 \text{ Н}\cdot\text{м}$ |
| $S_1 = S_2 = 35100 \text{ Н}$ | |

Тема: расчет опасного сечения

II. Задание

1. Выполнить расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Найти опасное сечение вала – сечение с минимальным запасом усталостной прочности.
3. Выполнить расчет вала на усталостную прочность в опасном сечении, используя стандартную методику.
 - 3.1. Определить геометрические характеристики опасного сечения.
 - 3.2. Определить реакции опор в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.3. Построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.4. Построить эпюру крутящих моментов.
 - 3.5. Рассчитать коэффициент запаса прочности в опасном сечении вала.
4. Сравнить результаты, полученные по стандартной методике в пакете APM Shaft

Содержание пояснительной записки

1. Распечатка с результатами расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Расчет опасного сечения вала на усталостную прочность по стандартной методике.
3. Сравнение результатов расчета.

ВАРИАНТ № 6

Таблица 1 – Геометрические параметры вала, мм

| | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|---------|
| d = 200 | l = 600 | l ₅ = 120 | a = 130 |
| d ₁ = 190 | l ₁ = 250 | l ₆ = 30 | b = 100 |
| d ₂ = 170 | l ₂ = 230 | l ₇ = 10 | c = 80 |
| d ₃ = 160 | l ₃ = 140 | R = 10 | g = 70 |
| | l ₄ = 210 | f = 10 | |

Таблица 2 – Нагрузки, действующие на вал

| | |
|--|--|
| F _r = 5550 Н | T = 6400 Н·м |
| F _t = 15240 Н | T ₁ = T ₂ = 3200 Н·м |
| S ₁ = S ₂ = 9850 Н | |

II. Задание

1. Выполнить расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Найти опасное сечение вала – сечение с минимальным запасом усталостной прочности.
3. Выполнить расчет вала на усталостную прочность в опасном сечении, используя стандартную методику.
 - 3.1. Определить геометрические характеристики опасного сечения.
 - 3.2. Определить реакции опор в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.3. Построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.4. Построить эпюру крутящих моментов.
 - 3.5. Рассчитать коэффициент запаса прочности в опасном сечении вала.
4. Сравнить результаты, полученные по стандартной методике в пакете APM Shaft

Содержание пояснительной записки

1. Распечатка с результатами расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Расчет опасного сечения вала на усталостную прочность по стандартной методике.
3. Сравнение результатов расчета.

ВАРИАНТ № 7

Таблица 1 – Геометрические параметры вала, мм

| | | | |
|-------------|-------------|------------|-----------|
| $d = 160$ | $l = 400$ | $l_5 = 80$ | $a = 120$ |
| $d_1 = 150$ | $l_1 = 260$ | $l_6 = 40$ | $b = 120$ |
| $d_2 = 130$ | $l_2 = 240$ | $l_7 = 10$ | $c = 90$ |
| $d_3 = 120$ | $l_3 = 100$ | $R = 10$ | $g = 50$ |
| | $l_4 = 190$ | $f = 10$ | |

Таблица 2 – Нагрузки, действующие на вал

| | |
|------------------------------|---|
| $F_r = 3420 \text{ Н}$ | $T = 4220 \text{ Н}\cdot\text{м}$ |
| $F_t = 9400 \text{ Н}$ | $T_1 = T_2 = 2110 \text{ Н}\cdot\text{м}$ |
| $S_1 = S_2 = 5860 \text{ Н}$ | |

II. Задание

1. Выполнить расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Найти опасное сечение вала – сечение с минимальным запасом усталостной прочности.
3. Выполнить расчет вала на усталостную прочность в опасном сечении, используя стандартную методику.
 - 3.1. Определить геометрические характеристики опасного сечения.
 - 3.2. Определить реакции опор в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.3. Построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.4. Построить эпюру крутящих моментов.
 - 3.5. Рассчитать коэффициент запаса прочности в опасном сечении вала.
4. Сравнить результаты, полученные по стандартной методике в пакете APM Shaft

Содержание пояснительной записки

1. Распечатка с результатами расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Расчет опасного сечения вала на усталостную прочность по стандартной методике.
3. Сравнение результатов расчета.

ВАРИАНТ № 8

Таблица 1 – Геометрические параметры вала, мм

| | | | |
|-------------|-------------|-------------|-----------|
| $d = 200$ | $l = 600$ | $l_5 = 230$ | $a = 140$ |
| $d_1 = 190$ | $l_1 = 300$ | $l_6 = 40$ | $b = 130$ |
| $d_2 = 170$ | $l_2 = 260$ | $l_7 = 10$ | $c = 90$ |
| $d_3 = 160$ | $l_3 = 250$ | $R = 10$ | $g = 125$ |
| | $l_4 = 250$ | $f = 5$ | |

Таблица 2 – Нагрузки, действующие на вал

| | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| $F_r = 5860 \text{ Н}$ | $T = 9900 \text{ Н·м}$ |
| $F_t = 16100 \text{ Н}$ | $T_1 = T_2 = 4950 \text{ Н·м}$ |
| $S_1 = S_2 = 13380 \text{ Н}$ | |

II. Задание

1. Выполнить расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Найти опасное сечение вала – сечение с минимальным запасом усталостной прочности.
3. Выполнить расчет вала на усталостную прочность в опасном сечении, используя стандартную методику.
 - 3.1. Определить геометрические характеристики опасного сечения.
 - 3.2. Определить реакции опор в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.3. Построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.4. Построить эпюру крутящих моментов.
 - 3.5. Рассчитать коэффициент запаса прочности в опасном сечении вала.
4. Сравнить результаты, полученные по стандартной методике в пакете APM Shaft

Содержание пояснительной записки

1. Распечатка с результатами расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Расчет опасного сечения вала на усталостную прочность по стандартной методике.
3. Сравнение результатов расчета.

ВАРИАНТ № 9

Таблица 1 – Геометрические параметры вала, мм

| | | | |
|-------------|-------------|-------------|-----------|
| $d = 210$ | $l = 300$ | $l_5 = 220$ | $a = 150$ |
| $d_1 = 200$ | $l_1 = 300$ | $l_6 = 30$ | $b = 140$ |
| $d_2 = 180$ | $l_2 = 260$ | $l_7 = 10$ | $c = 80$ |
| $d_3 = 170$ | $l_3 = 240$ | $R = 10^5$ | $g = 120$ |
| | $l_4 = 250$ | $f = 5$ | |

Таблица 2 – Нагрузки, действующие на вал

| | |
|------------------------------|---|
| $F_r = 3730 \text{ Н}$ | $T = 4460 \text{ Н}\cdot\text{м}$ |
| $F_t = 10250 \text{ Н}$ | $T_1 = T_2 = 2230 \text{ Н}\cdot\text{м}$ |
| $S_1 = S_2 = 7430 \text{ Н}$ | |

II. Задание

1. Выполнить расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Найти опасное сечение вала – сечение с минимальным запасом усталостной прочности.
3. Выполнить расчет вала на усталостную прочность в опасном сечении, используя стандартную методику.
 - 3.1. Определить геометрические характеристики опасного сечения.
 - 3.2. Определить реакции опор в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.3. Построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.4. Построить эпюру крутящих моментов.
 - 3.5. Рассчитать коэффициент запаса прочности в опасном сечении вала.
4. Схранить результаты, полученные по стандартной методике в пакете APM Shaft

Содержание пояснительной записки

1. Распечатка с результатами расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Расчет опасного сечения вала на усталостную прочность по стандартной методике.
3. Сравнение результатов расчета.

ВАРИАНТ № 10

Таблица 1 – Геометрические параметры вала, мм

| | | | |
|-------------|-------------|-------------|-----------|
| $d = 230$ | $l = 700$ | $l_5 = 180$ | $a = 130$ |
| $d_1 = 220$ | $l_1 = 300$ | $l_6 = 40$ | $b = 150$ |
| $d_2 = 200$ | $l_2 = 280$ | $l_7 = 10$ | $c = 90$ |
| $d_3 = 190$ | $l_3 = 200$ | $R = 10$ | $g = 100$ |
| | $l_4 = 250$ | $f = 5$ | |

Таблица 2 – Нагрузки, действующие на вал

| | |
|-------------------------------|---|
| $F_r = 10090 \text{ Н}$ | $T = 16630 \text{ Н}\cdot\text{м}$ |
| $F_t = 27720 \text{ Н}$ | $T_1 = T_2 = 8315 \text{ Н}\cdot\text{м}$ |
| $S_1 = S_2 = 19800 \text{ Н}$ | |

II. Задание

1. Выполнить расчет вала на усталостную прочность, используя стандартную методику.
 - 1.1. Выделить опасные сечения вала.
 - 1.2. Определить геометрические характеристики опасных сечений.
 - 1.3. Определить реакции опор в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 1.4. Определить изгибающие моменты в опасных сечениях и построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной и горизонтальной плоскости.
 - 1.5. Построить эпюру крутящих моментов.
 - 1.6. Рассчитать коэффициенты запаса прочности в опасных сечениях вала.
2. Выполнить расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.

Содержание пояснительной записки

1. Расчет вала на усталостную прочность по стандартной методике.
2. Расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
3. Сравнение результатов расчета.

ВАРИАНТ № 12

Таблица 1 – Геометрические параметры вала, мм

| | | | |
|-------------|-------------|------------|-----------|
| $d = 160$ | $l = 400$ | $l_5 = 80$ | $a = 140$ |
| $d_1 = 150$ | $l_1 = 280$ | $l_6 = 50$ | $b = 130$ |
| $d_2 = 130$ | $l_2 = 260$ | $l_7 = 10$ | $c = 80$ |
| $d_3 = 120$ | $l_3 = 100$ | $R = 10$ | $g = 50$ |
| | $l_4 = 220$ | $f = 5$ | |

Таблица 2 – Нагрузки, действующие на вал

| | |
|------------------------------|---|
| $F_T = 3090 \text{ Н}$ | $T = 5600 \text{ Н}\cdot\text{м}$ |
| $F_t = 8500 \text{ Н}$ | $T_1 = T_2 = 2800 \text{ Н}\cdot\text{м}$ |
| $S_1 = S_2 = 6830 \text{ Н}$ | |

II. Задание

1. Выполнить расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Найти опасное сечение вала – сечение с минимальным запасом усталостной прочности.
3. Выполнить расчет вала на усталостную прочность в опасном сечении, используя стандартную методику.
 - 3.1. Определить геометрические характеристики опасного сечения.
 - 3.2. Определить реакции опор в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.3. Построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.4. Построить эпюру крутящих моментов.
 - 3.5. Рассчитать коэффициент запаса прочности в опасном сечении вала.
4. Сравнить результаты, полученные по стандартной методике в пакете APM Shaft

Содержание пояснительной записки

1. Распечатка с результатами расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Расчет опасного сечения вала на усталостную прочность по стандартной методике.
3. Сравнение результатов расчета.

ВАРИАНТ № 13

Таблица 1 – Геометрические параметры вала, мм

| | | | |
|-------------|-------------|------------|-----------|
| $d = 160$ | $l = 500$ | $l_5 = 90$ | $a = 150$ |
| $d_1 = 150$ | $l_1 = 300$ | $l_6 = 50$ | $b = 140$ |
| $d_2 = 130$ | $l_2 = 280$ | $l_7 = 10$ | $c = 80$ |
| $d_3 = 120$ | $l_3 = 110$ | $R = 10$ | $g = 55$ |
| | $l_4 = 240$ | $f = 5$ | |

Таблица 2 – Нагрузки, действующие на вал

| | |
|------------------------------|---|
| $F_r = 3120 \text{ Н}$ | $T = 4200 \text{ Н}\cdot\text{м}$ |
| $F_t = 8580 \text{ Н}$ | $T_1 = T_2 = 2100 \text{ Н}\cdot\text{м}$ |
| $S_1 = S_2 = 5060 \text{ Н}$ | |

II. Задание

1. Выполнить расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Найти опасное сечение вала – сечение с минимальным запасом усталостной прочности.
3. Выполнить расчет вала на усталостную прочность в опасном сечении, используя стандартную методику.
 - 3.1. Определить геометрические характеристики опасного сечения.
 - 3.2. Определить реакции опор в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.3. Построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.4. Построить эпюру крутящих моментов.
 - 3.5. Рассчитать коэффициент запаса прочности в опасном сечении вала.
4. Сравнить результаты, полученные по стандартной методике в пакете APM Shaft

Содержание пояснительной записки

1. Распечатка с результатами расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Расчет опасного сечения вала на усталостную прочность по стандартной методике.
3. Сравнение результатов расчета.

ВАРИАНТ № 14

Таблица 1 – Геометрические параметры вала, мм

| | | | |
|-------------|-------------|-------------|-----------|
| $d = 240$ | $l = 700$ | $l_5 = 160$ | $a = 140$ |
| $d_1 = 230$ | $l_1 = 320$ | $l_6 = 60$ | $b = 140$ |
| $d_2 = 210$ | $l_2 = 280$ | $l_7 = 10$ | $c = 90$ |
| $d_3 = 200$ | $l_3 = 180$ | $R = 10$ | $g = 90$ |
| | $l_4 = 250$ | $f = 5$ | |

Таблица 2 – Нагрузки, действующие на вал

| | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| $F_r = 5620 \text{ Н}$ | $T = 10800 \text{ Н·м}$ |
| $F_t = 15430 \text{ Н}$ | $T_1 = T_2 = 5400 \text{ Н·м}$ |
| $S_1 = S_2 = 14280 \text{ Н}$ | |

II. Задание

1. Выполнить расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Найти опасное сечение вала – сечение с минимальным запасом усталостной прочности.
3. Выполнить расчет вала на усталостную прочность в опасном сечении, используя стандартную методику.
 - 3.1. Определить геометрические характеристики опасного сечения.
 - 3.2. Определить реакции опор в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.3. Построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
 - 3.4. Построить эпюру крутящих моментов.
 - 3.5. Рассчитать коэффициент запаса прочности в опасном сечении вала.
4. Сравнить результаты, полученные по стандартной методике в пакете APM Shaft

Содержание пояснительной записки

1. Распечатка с результатами расчет вала по усталостной прочности в модуле APM Shaft.
2. Расчет опасного сечения вала на усталостную прочность по стандартной методике.
3. Сравнение результатов расчета.

ВАРИАНТ № 16

Таблица 1 – Геометрические параметры вала, мм

| | | | |
|-------------|-------------|-------------|-----------|
| $d = 190$ | $l = 500$ | $l_5 = 110$ | $a = 100$ |
| $d_1 = 180$ | $l_1 = 230$ | $l_6 = 60$ | $b = 100$ |
| $d_2 = 160$ | $l_2 = 200$ | $l_7 = 10$ | $c = 90$ |
| $d_3 = 150$ | $l_3 = 130$ | $R = 10$ | $g = 65$ |
| | $l_4 = 160$ | $f = 5$ | |

Таблица 2 – Нагрузки, действующие на вал

| | |
|------------------------------|---|
| $F_r = 2970 \text{ Н}$ | $T = 3420 \text{ Н}\cdot\text{м}$ |
| $F_t = 8150 \text{ Н}$ | $T_1 = T_2 = 1710 \text{ Н}\cdot\text{м}$ |
| $S_1 = S_2 = 5400 \text{ Н}$ | |