

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭВМ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ВАЛОВ РЕДУКТОРОВ

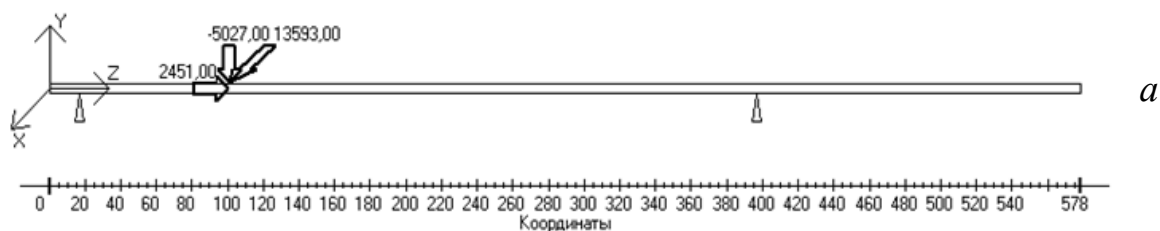
Агеев С. С., Горбцов П. А.,  
 научный руководитель канд. техн. наук Дроздова Н. А.  
 Сибирский федеральный университет

Основным критерием в оптимизации конструкции вала редуктора является принцип равнопрочности во всех его сечениях. На практике это достигается выполнением вала ступенчатой формы, что одновременно позволяет осуществить фиксацию деталей, устанавливаемых на валу (зубчатых валов, шкивов, звездочек, подшипников и т.п.). Определение диаметров ступеней вала проводят исходя из условия прочности в «опасном» сечении вала:

$$\sigma_{\max} = [\sigma].$$

«Опасным» считают то сечение вала, в котором эквивалентный момент достигает наибольшего по величине значения. Это положение не совсем точно ввиду ступенчатой формы вала (рис. 1). Так действующий в сечении момент может быть меньше максимального, но меньше и диаметр вала в этом сечении. В результате напряжение в сечении меньшего диаметра может быть численно больше напряжения в опасном сечении (рис. 2).

ДЕЙСТВУЮЩИЕ СИЛЫ



ДЕЙСТВУЮЩИЕ МОМЕНТЫ

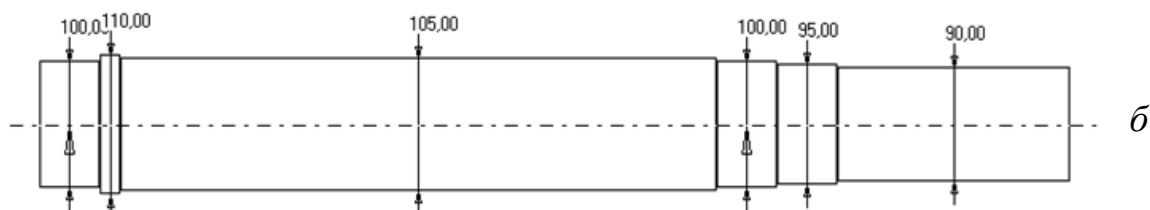
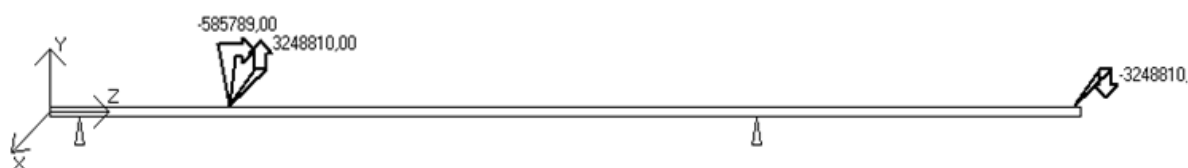


Рисунок 1 – Выходной вал редуктора:  
 а – расчетная схема вала; б – эскиз вала

ЭПЮРА ЭКВИВАЛЕНТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ СОГЛАСНО III ТЕОРИИ ПРОЧНОСТИ



ЭПЮРА ЭКВИВАЛЕНТНЫХ МОМЕНТОВ СОГЛАСНО III ТЕОРИИ ПРОЧНОСТИ



Рисунок 2 – Выбор опасного сечения  
 а – эпюра  $\sigma_{ЭКВ}$ ; б – эпюра  $M_{ЭКВ}$ .

Более точно и правильно выбор опасного сечения выполнять по эпюре эквивалентных нормальных напряжений  $\sigma_{ЭКВ}$  (рис. 2, а). Для определения величины этих напряжений в каждом сечении вала необходимо выполнить достаточно большой объем математических вычислений. Этого можно избежать, применяя разработанную студентами и используемую нами программу «Расчет валов и опор» на ЭВМ. Она позволяет:

- выполнить эскиз вала и его расчетную схему;
- определить реакции опор вала;
- построить эпюры внутренних силовых факторов (N, Q, M и T) от нагрузок, действующих в различных плоскостях;
- построить эпюры эквивалентных моментов и нормальных напряжений;
- вычислить коэффициент усталостного запаса прочности в любом сечении вала (рис. 3).

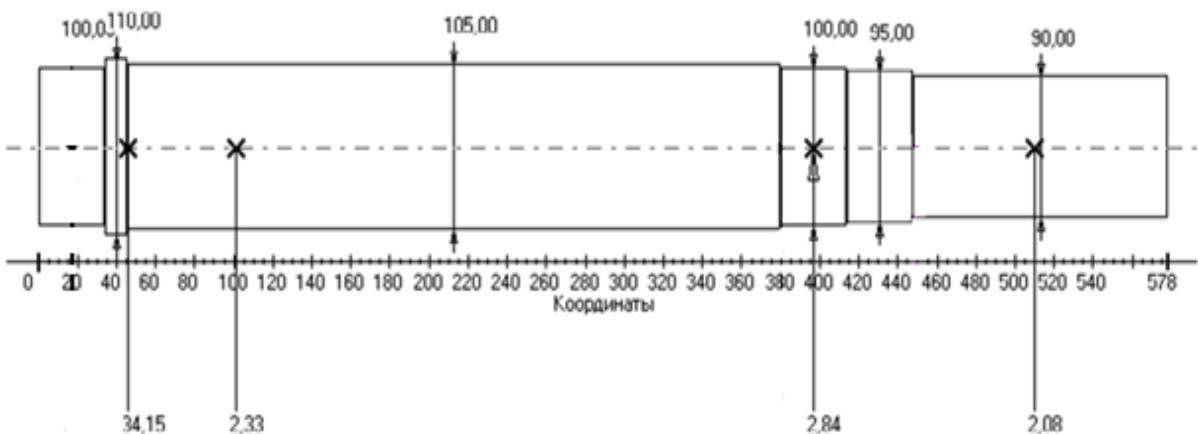


Рисунок 3 – Коэффициенты запаса прочности в сечениях вала

Окно ввода данных к расчету вала представлено на рис. 4.

Расчет вала

Файл Помощь

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

**ИНФОРМАЦИЯ О СТУПЕНЯХ ВАЛА:**

Координата конца участка с постоянным диаметром: 148,00

Диаметр вала на этом участке: 50,00

**ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ПОЛОГО ОТВЕРСТИЯ:**

Диаметр отверстия: 0,00

Координата конца отверстия указанного диаметра: 0,00

**ИНФОРМАЦИЯ О СЕЧЕНИЯХ, В КОТОРЫХ ПРИЛОЖЕНА СОСРЕДОТОЧЕННАЯ НАГРУЗКА:**

Координата сечения на оси вала: 74,00

Проекция силы на ось X: -4975,70

Проекция силы на ось Y: 0,00

Проекция силы на ось Z: 0,00

Момент относительно оси X: 0,00

Момент относительно оси Y: 0,00

Момент относительно оси Z: 615000,00

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОПОРАХ ВАЛА:**

Координата левой опоры от смещения в поперечном направлении: 203,00

Координата правой опоры от смещения в поперечном направлении: 337,00

Координата опоры от смещения в осевом направлении: 203,00

Координата связи, ограничивающей поворот вала относительно оси вращения: 0,00

E: 200000,00

G: 80000,00

**ИНФОРМАЦИЯ О КОНЦЕНТРАТОРАХ НАПРЯЖЕНИЙ:**

Координата концентратора: 148,00

Паз

$K_{\sigma}$ : 1,85

$K_{\tau}$ : 1,40

$\epsilon_{\sigma}$ : 0,81

$\epsilon_{\tau}$ : 0,71

$\beta$ : 1,00

$r_1$ : 0,00

$r_2$ : 0,00

**ИНФОРМАЦИЯ О ПРЕДЕЛАХ ВЫНОСЛИВОСТИ ПРИ СИММЕТРИЧНОМ ЦИКЛЕ НАГРУЖЕНИЯ:**

$\sigma_{-1}$ : 220,00

$\tau_{-1}$ : 130,00

$\psi_{\sigma}$ : 0,00

$\psi_{\tau}$ : 0,00

Рисунок 4 – Окно ввода данных к расчету вала на прочность

Результаты использования ЭВМ при расчете валов редуктора позволили сделать следующие выводы:

- 1) ЭВМ сокращает время расчета;
- 2) позволяет широко манипулировать конструкцией вала (изменять длину ступеней, диаметры, элементы для крепления и др.);
- 3) меняя материал вала, изменять его глобальные характеристики, массу;
- 4) более обоснованно подходить к выбору положения опасного сечения (при ручном счете опасное сечение там, где эквивалентный момент максимален, при счете на ЭВМ – максимальное эквивалентное напряжение);
- 5) определить коэффициент запаса прочности в любом сечении вала или одновременно во множестве таких сечений, оптимизируя тем самым конструктивные элементы вала.