

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗОК В ОДНОСТУПЕНЧАТОМ РЕДУКТОРЕ

Точилин И.П., Восковых П.А., студенты 3 курса факультета
энергетики и систем управления
Научный руководитель – Черных Т.Е.
ФГБОУ ВО Воронежский государственный технический
университет

Ключевые слова: редуктор, механические потери, крутящий момент, опорные реакции, усталостная прочность, изгибающие моменты, подшипники, зубчатые передачи.

Статья посвящена расчёту реакций в опорах валов и анализу нагрузок в одноступенчатом зубчатом редукторе. На основе полученных данных проведена оценка прочности и жёсткости валов, что позволяет определить их соответствие требованиям эксплуатации. Результаты исследования могут быть использованы для оптимизации конструкций редукторов в различных отраслях промышленности.

Введение. Редукторы [1] являются важным элементом механических систем, обеспечивая преобразование скорости вращения и увеличение крутящего момента. Они находят широкое применение в промышленности, автомобилестроении и других отраслях. Эффективность работы редуктора зависит от правильного расчёта нагрузок [2], прочности валов и минимизации потерь на трение [3].

В данной статье рассматривается расчёт реакций в опорах валов одноступенчатого зубчатого редуктора. Основное внимание уделено определению радиальных и осевых сил, действующих на валы, а также построению эпюр изгибающих моментов. Полученные результаты позволяют оценить прочность и жёсткость конструкции, что важно для обеспечения её надёжности в условиях эксплуатации.

Актуальность работы связана с необходимостью повышения эффективности и долговечности редукторов. Предложенные методы

расчёта могут быть использованы для оптимизации конструкций и снижения затрат на обслуживание.

Целью работы является расчёт реакций в опорах валов редуктора по критериям контактной выносливости и усталости при знакопеременном изгибе, а также проверка валов на жёсткость и усталостную прочность. В рамках исследования проводится анализ сил, действующих на валы, и построение эпюр изгибающих моментов для оценки распределения нагрузок.

Результаты исследования. По методике [4] выполнен расчёт реакций в опорах валов. Для ведущего вала определены радиальные и осевые силы, действующие на опоры [5]. Суммарные реакции в опорах составили $F_{ar1}=625,096$ Н и $F_{br1}=574,717$ Н.

На рисунке 1 показаны силы, действующие на ведущий вал: окружная сила F_t , радиальная сила F_r и осевая сила F_a . Эти силы учитываются при расчёте реакций в опорах.

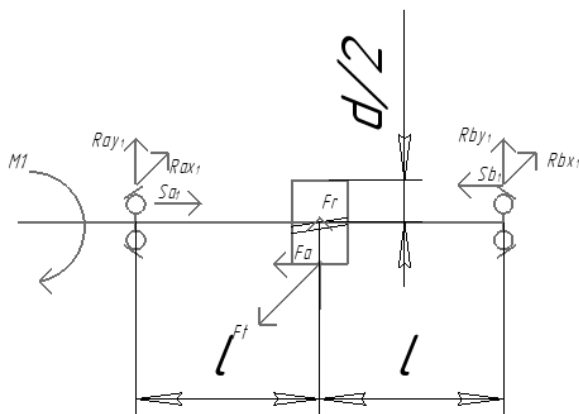


Рис. 1. Силы, действующие на ведущий вал

Для ведомого вала также рассчитаны реакции в опорах $F_{ar2}=559,264$ Н и $F_{br2}=684,333$ Н.

Также, в ходе расчета [5] для ведущего вала построены эпюры в вертикальной и горизонтальной плоскостях, что позволило определить критические участки под нагрузкой.

На рисунке 2 представлены эпюры изгибающих моментов для ведущего вала в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Эти эпюры позволяют визуально оценить распределение нагрузок и выявить критические участки.

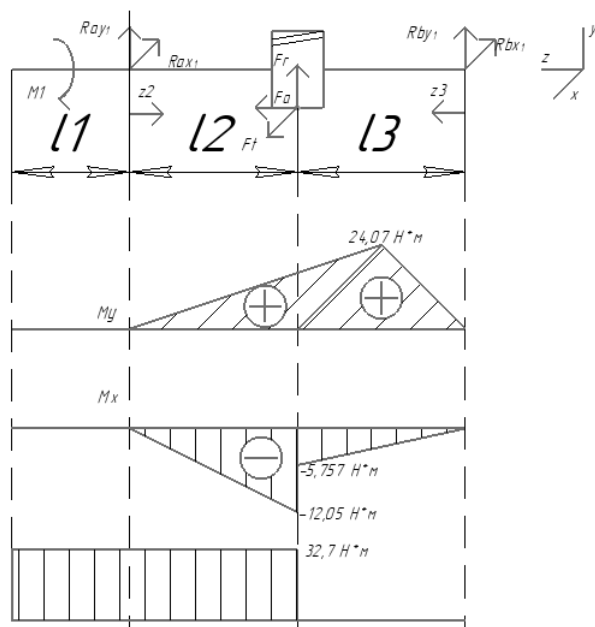


Рис. 2. Эпюры изгибающих моментов для ведущего вала

Для ведомого вала также выполнено построение эпюр, что подтвердило равномерное распределение нагрузок и отсутствие критических напряжений.

Также проведен анализ прочности и жёсткости валов, проверка валов на усталостную прочность и жёсткость подтвердила их соответствие требованиям эксплуатации.

Выводы. Проведённые расчёты реакций в опорах валов и построение эпюр изгибающих моментов позволили определить распределение нагрузок и выявить критические участки, что важно для обеспечения надёжности редуктора. Анализ сил, действующих на валы, показал, что выбранные параметры редуктора обеспечивают его

устойчивость к усталостным нагрузкам и соответствие требованиям по жёсткости. Результаты исследования подтверждают эффективность предложенной методики расчёта реакций в опорах и анализа нагрузок, что может быть использовано для оптимизации конструкций редукторов в различных отраслях промышленности.

Библиографический список:

1. Иванов М.Н. Детали машин: Учебник для вузов / М.Н. Иванов – М.: Высшая школа, 2018. – 560 с.
2. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин / П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов – М.: Академия, 2017. – 496 с.
3. Куклин Н.Г. Детали машин: Учебное пособие / Н.Г. Куклин, Г.С. Кукина – М.: Лань, 2020. – 368 с.
4. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин / А.Е. Шейнблит – М.: КноРус, 2019. – 416 с.
5. Восковых П.А. Проектирование зубчатого одноступенчатого редуктора. Курсовой проект / П.А. Восковых – Воронеж, 2024. – 33 с.

STUDY OF STRENGTH AND LOAD DISTRIBUTION IN A SINGLE-STAGE REDUCER

Tochilin I.P., Voskovyh P.A.
Scientific supervisor – Chernykh T.E.
Voronezh State Technical University

Keywords: *gearbox, mechanical losses, torque, support reactions, fatigue strength, bending moments, bearings, gear transmissions.*

The article is devoted to the calculation of reactions in shaft supports and the analysis of loads in a single-stage gear reducer. Based on the obtained data, an assessment of the strength and rigidity of the shafts was carried out, which allows us to determine their compliance with operating requirements. The results of the study can be used to optimize the designs of gearboxes in various industries.