

Расчет напряженно-деформированного состояния элемента машиностроительной конструкции

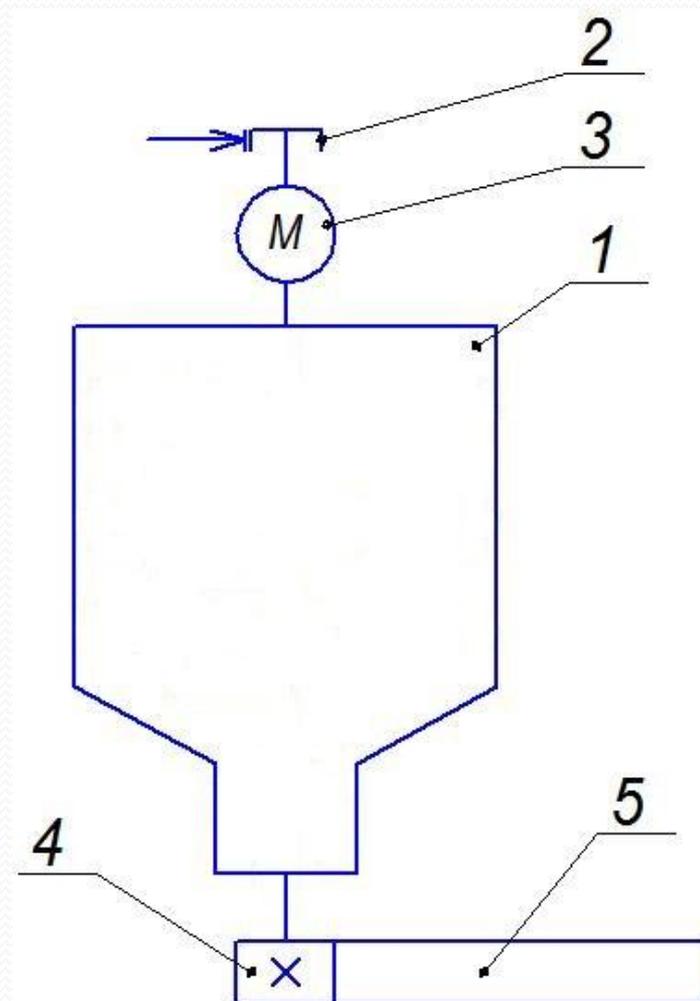
Выполнила: студентка группы 5-33

Лоснова Е.С.

Руководитель: к.т.н., доц. Ноздрин М.А.

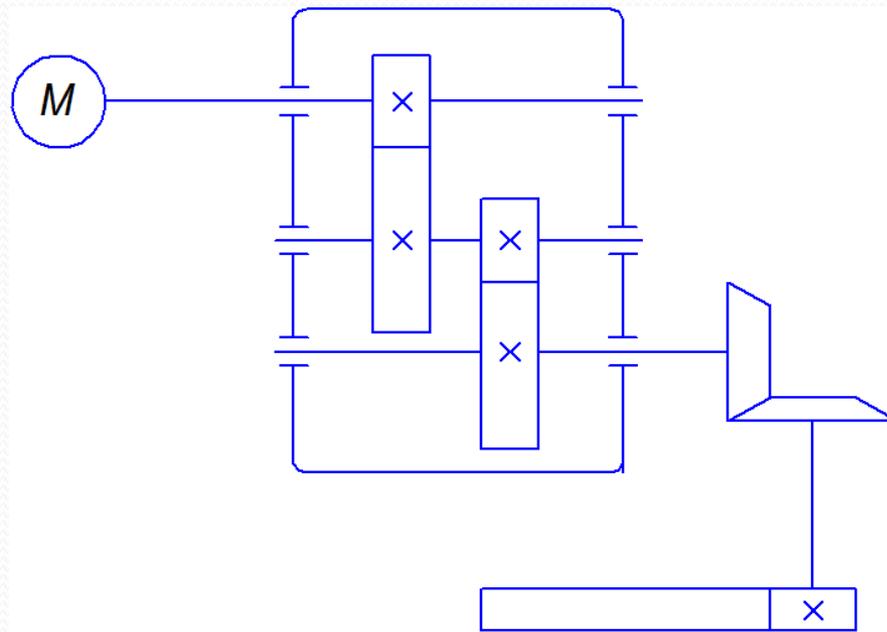
Механизм поворота башенного крана

- 1 - редуктор
- 2 - специальный тормоз
- 3 - электродвигатель
- 4 - выходная шестерня
- 5 - венец поворотной опоры



Расчетная схема

В башенном кране в механизме поворота используется трехступенчатый коническо-цилиндрический редуктор с передаточным числом, равным 157,8.



Кинематический расчет

- Первая ступень – цилиндрическая зубчатая передача $i_1=7,1$
- Вторая ступень – цилиндрическая зубчатая передача $i_2=6,3$
- Третья ступень – коническая передача $i_3=3,55$

Таблица 1. Кинематические характеристики привода

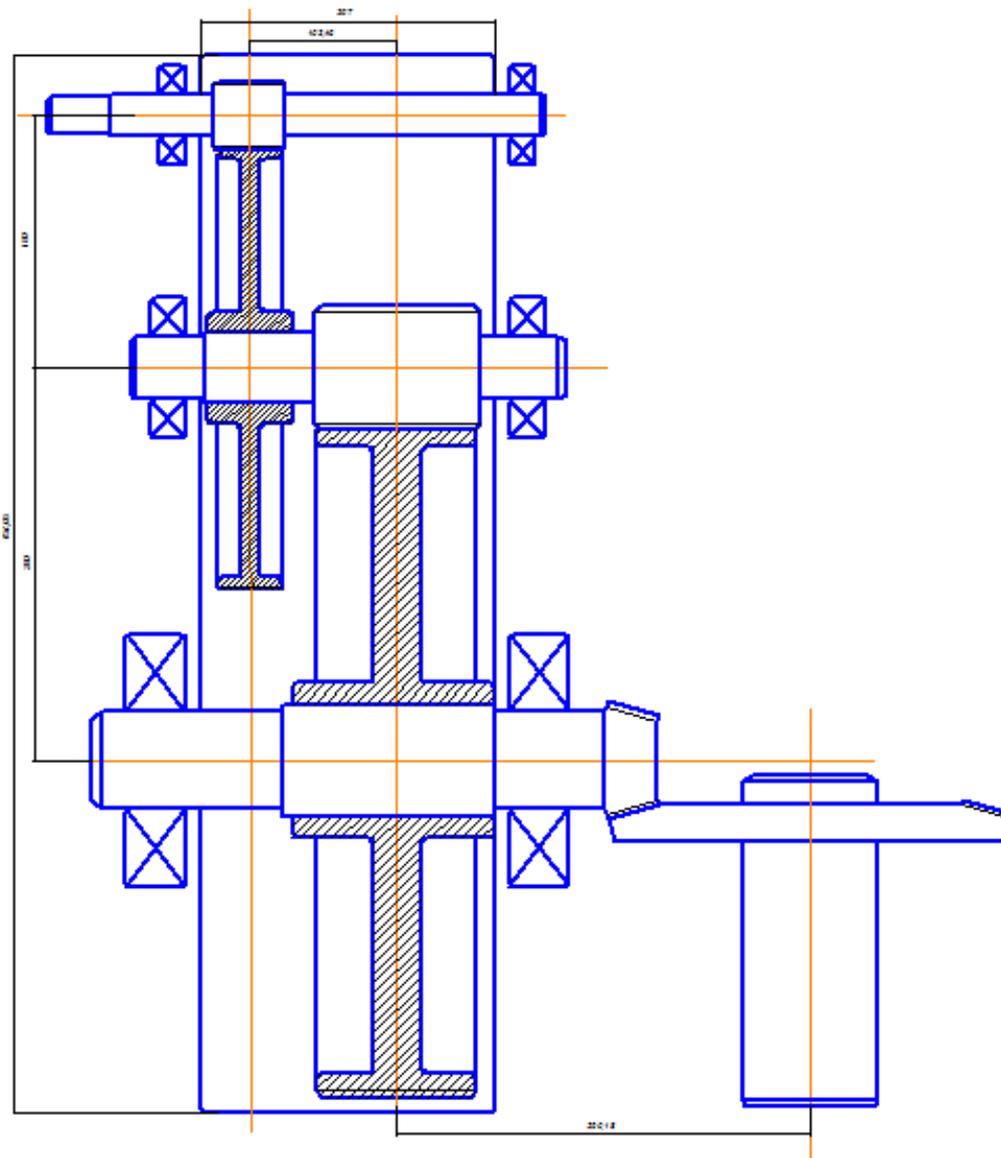
Номер вала	Мощность N, Вт	Частота вращения n, об/мин	Угловая скорость ω , 1/с	Вращающий момент T, Нм
1	5000	910	95,295	52,469
2	4851	128,169	13,422	361,426
3	4706,44	20,344	2,13	2209,131
4	4473	5,731	0,6	7453,431

Расчет трехступенчатого редуктора

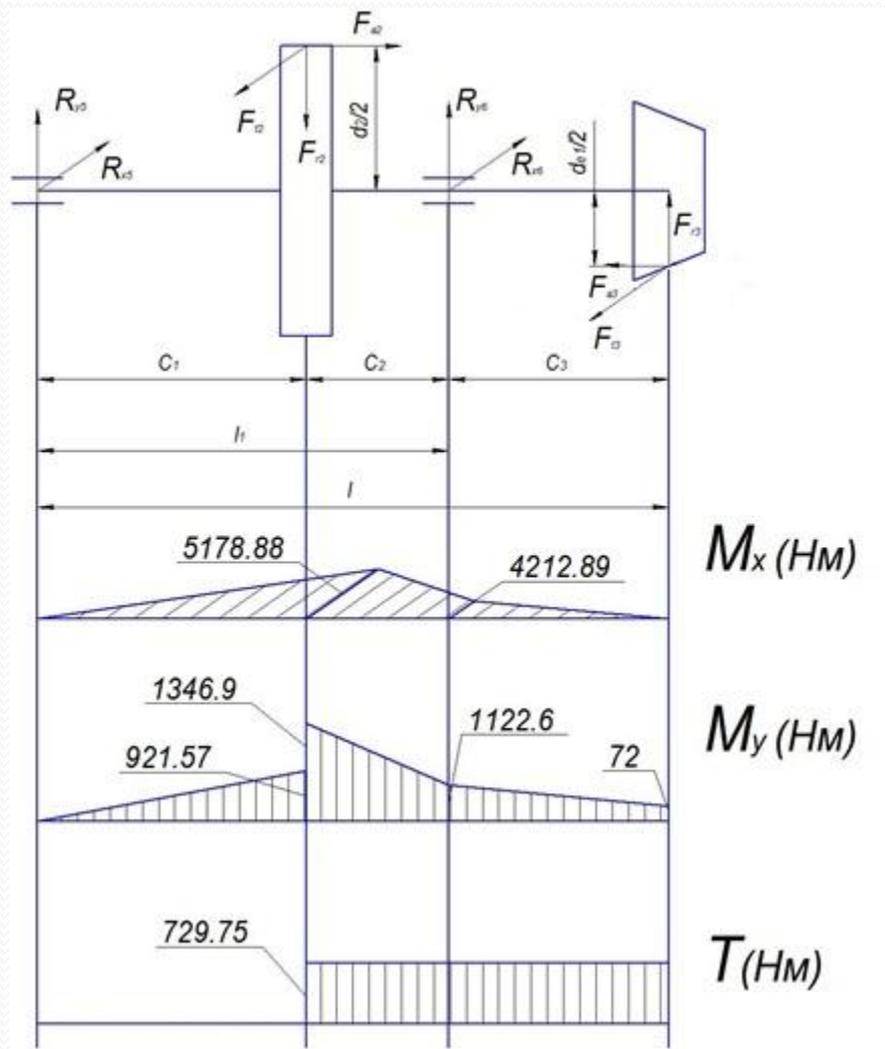
Таблица 2. Данные расчетов трехступенчатого редуктора

Наименование параметра	1 ступень	2 ступень	3 ступень
Передаточное число i	7,1	6,3	3,55
Вращающий момент T , Нм	52,469	361,426	2209,131
Окружная сила F_t , Н	2358,455	9220	20702,19
Радиальная сила F_r , Н	868,05	3416,83	7252,62
Осевая сила F_a , Н	354,54	1766,3	2042,76
Коэффициент запаса прочности s	17,1	18,3	2,4

Компоновка редуктора



Оптимизационные расчеты второго промежуточного вала



Расчет коэффициента запаса прочности вала

Коэффициент запаса прочности вала в опасных сечениях:

$$s = \frac{s_{\sigma} s_{\tau}}{\sqrt{s_{\sigma}^2 + s_{\tau}^2}}$$

Расчетное значение s должно быть не ниже $[s] = 2,5 \div 3,5$.

Коэффициент запаса прочности по нормальным напряжениям:

$$s_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma} \beta} \sigma_v + \psi_{\sigma} \sigma_m}$$

Коэффициент запаса прочности по касательным напряжениям:

$$s_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_{\tau}}{\varepsilon_{\tau} \beta} \tau_v + \psi_{\tau} \tau_m}$$

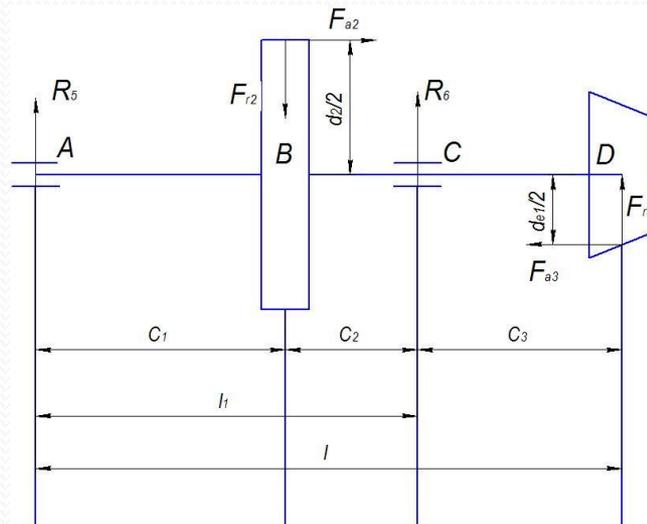
Сравнение результатов расчета коэффициента запаса прочности

Все результаты расчетов коэффициента запаса прочности при варьировании длины и диаметра вала сведены в таблицу 3.

Таблица 3. Сравнение коэффициентов запаса прочности

Диаметр вала, мм	Длина вала, мм		
	402,5	472,5	542,5
80	3,32	2,4	1,87
85	3,98	2,88	2,25

Расчет вала на прогиб



Универсальное дифференциальное уравнение:

$$EJ_z y''(x) = R_5 \cdot x - F_{r2} \cdot (x - c_1) \Big|_{x > c_1} + \frac{F_{a2} \cdot d_2 \cdot (x - c_1)}{2} \Big|_{x > c_1} + R_6 \cdot (x - l_1) \Big|_{x > l_1}$$

$$EJ_z y'(x) = C + \frac{R_5 \cdot x^2}{2} - \frac{F_{r2} \cdot (x - c_1)^2}{2} \Big|_{x > c_1} + \frac{F_{a2} \cdot d_2 \cdot (x - c_1)^2}{4} \Big|_{x > c_1} + \frac{R_6 \cdot (x - l_1)^2}{2} \Big|_{x > l_1}$$

$$EJ_z y(x) = D + C \cdot x + \frac{R_5 \cdot x^3}{6} - \frac{F_{r2} \cdot (x - c_1)^3}{6} \Big|_{x > c_1} + \frac{F_{a2} \cdot d_2 \cdot (x - c_1)^3}{12} \Big|_{x > c_1} + \frac{R_6 \cdot (x - l_1)^3}{6} \Big|_{x > l_1}$$

Безопасность и экологичность при работе на подъемном кране

К опасным производственным факторам относят;

- электрический ток определенной силы;
- возможность падения с высоты самого работающего;
- возможность падения с высоты различных деталей и предметов.

К вредным производственным факторам относят:

- неблагоприятные метеорологические условия (ураганный ветер, пурга, гроза, сильный снегопад);
- запыленность и загазованность воздушной среды;
- недостаток света при работе в вечернее время;
- воздействие шума;
- воздействие вибрации.

Расчет себестоимости поворотного механизма

Таблица 3. Калькуляция себестоимости изделия

Статьи затрат		Сумма затрат, руб.
1	Основные материалы	51070
2	Основная заработная плата производственных рабочих	110 000
3	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	11 000
4	Отчисление на страховые взносы	36 300
5	Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования	77 000
6	Накладные расходы	330 000
Полная себестоимость изделия		333 220
Оптовая цена изделия		393 199,6

Выводы

1. Проведен обзор конструкций подъемных кранов.
2. Выполнен расчет механизма поворота башенного крана на основе трехступенчатого редуктора.
3. При сравнении результатов оптимизационных расчетов второго промежуточного вала установлено, что при уменьшении длины выходного конца вала коэффициент запаса прочности увеличивается, а при увеличении диаметра – уменьшается. На основании этого выбирается оптимальный вариант вала с коэффициентом запаса прочности $s=3,32$.
4. Деформационный расчет подтверждает, что жесткость вала в допустимых пределах от 0,01 до 0,03 мм.
5. В экономической части дипломного проекта проведен расчет себестоимости механизма поворота башенного крана. На основании этого расчета предложены варианты упрощения и удешевления проекта.
6. В разделе «Безопасность и экологичность проекта» для обеспечения оптимальных условий работы на грузоподъемных кранах рассмотрены потенциальные опасности и меры по их предотвращению при эксплуатации.