

**Министерство образования и науки Украины
Государственное высшее учебное заведение
«Национальный горный университет»**

**Доклад на тему:
«Обоснование параметров переставного
устройства шахтной подъемной машины
ЦР-6х3,2**

**Выполнила:
студентка
гр. ГМКм-13-1м
Пересада Н.В.
Руководитель:
к.т.н., доцент Панченко Е.В.**

Связь работы с научными программами, планами и темами

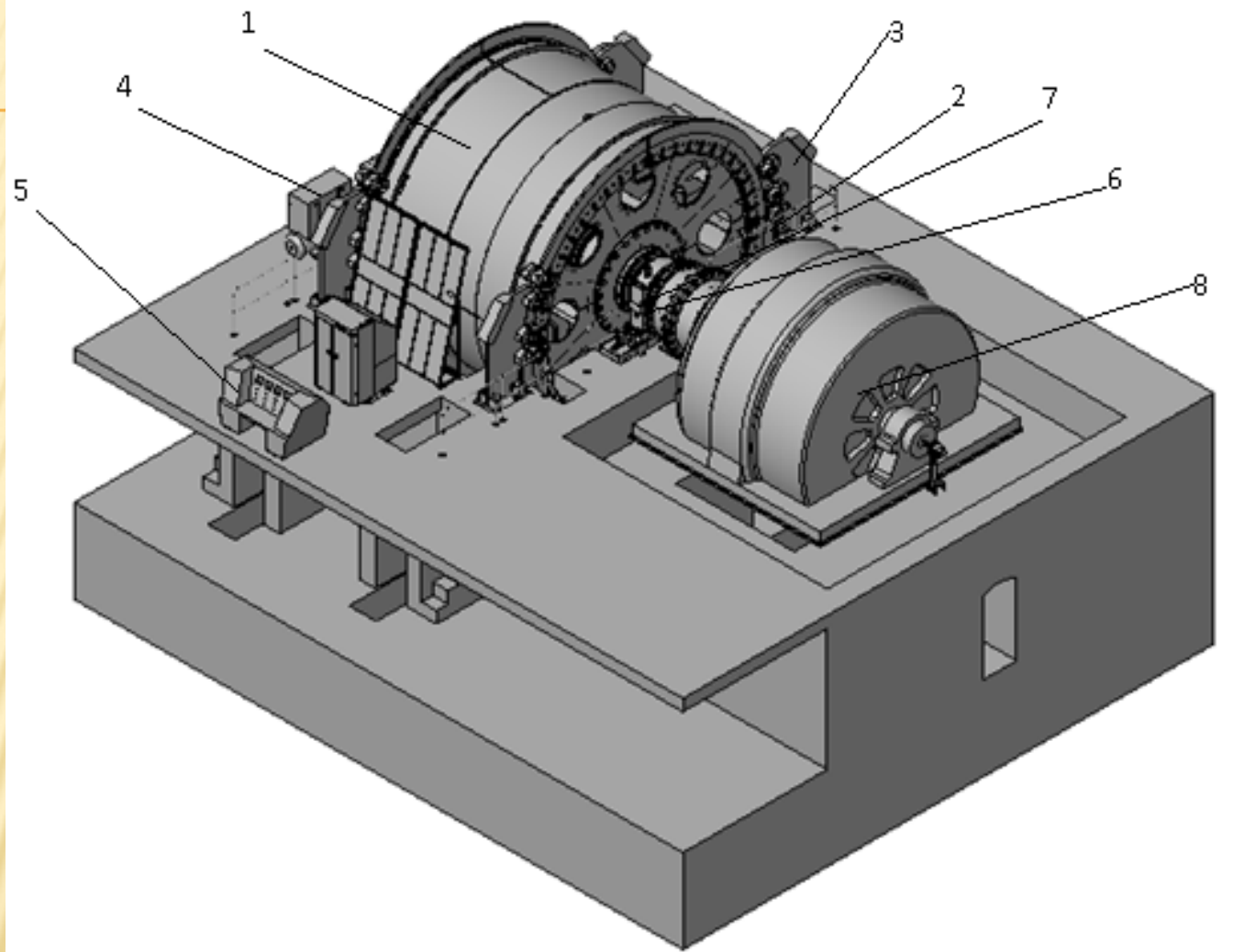
Работа связана с научным направлением кафедры «Горных машин и инжиниринга» и выполнена в рамках договора о сотрудничестве между ГВУЗ «НГУ» и НКМЗ.



Шахтная подъемная машина ЦР-6х3,2

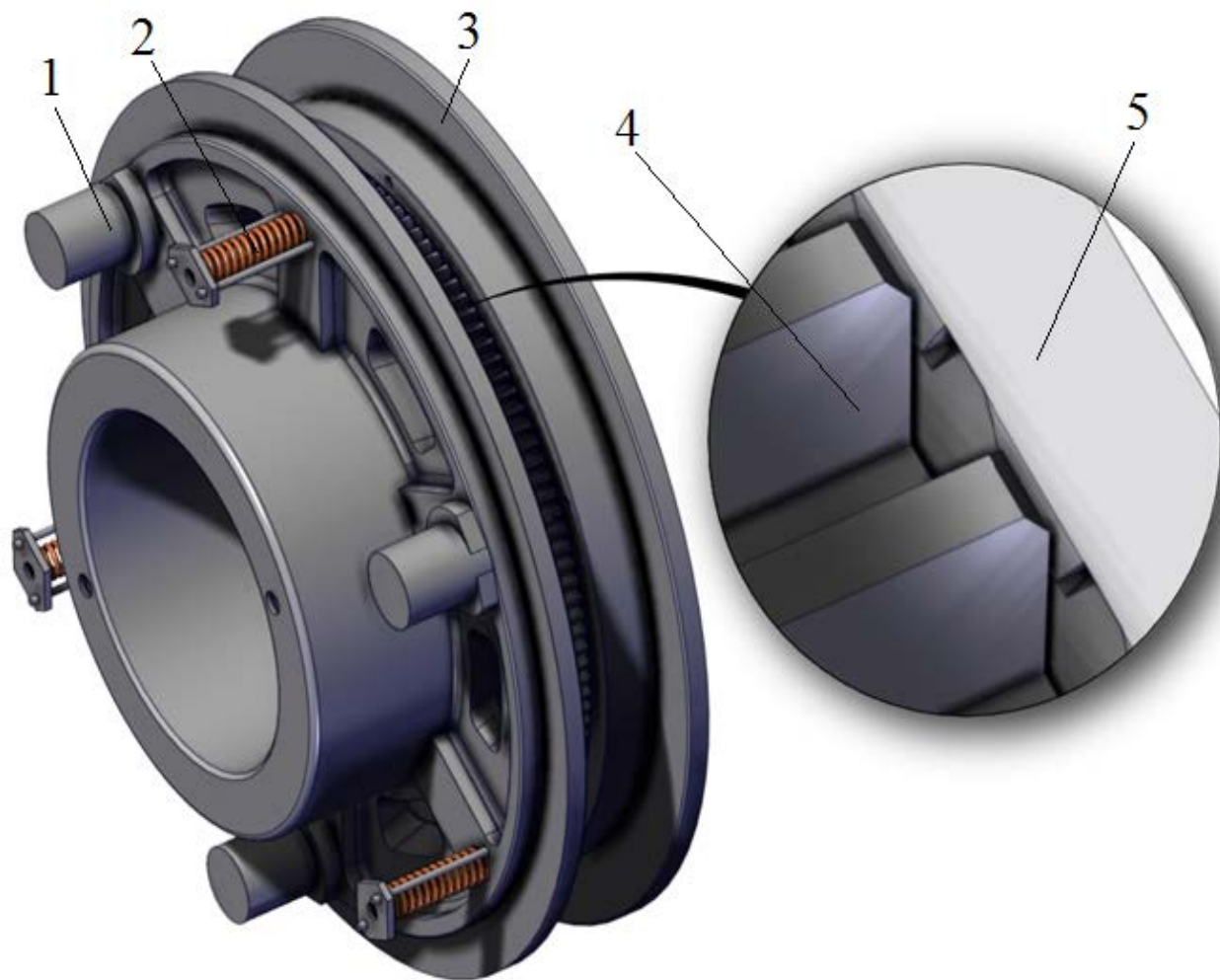
Применяется для однослойной навивки каната на двухскиповых и двухклетевых подъемах, а также для однососудных подъемов с противовесом





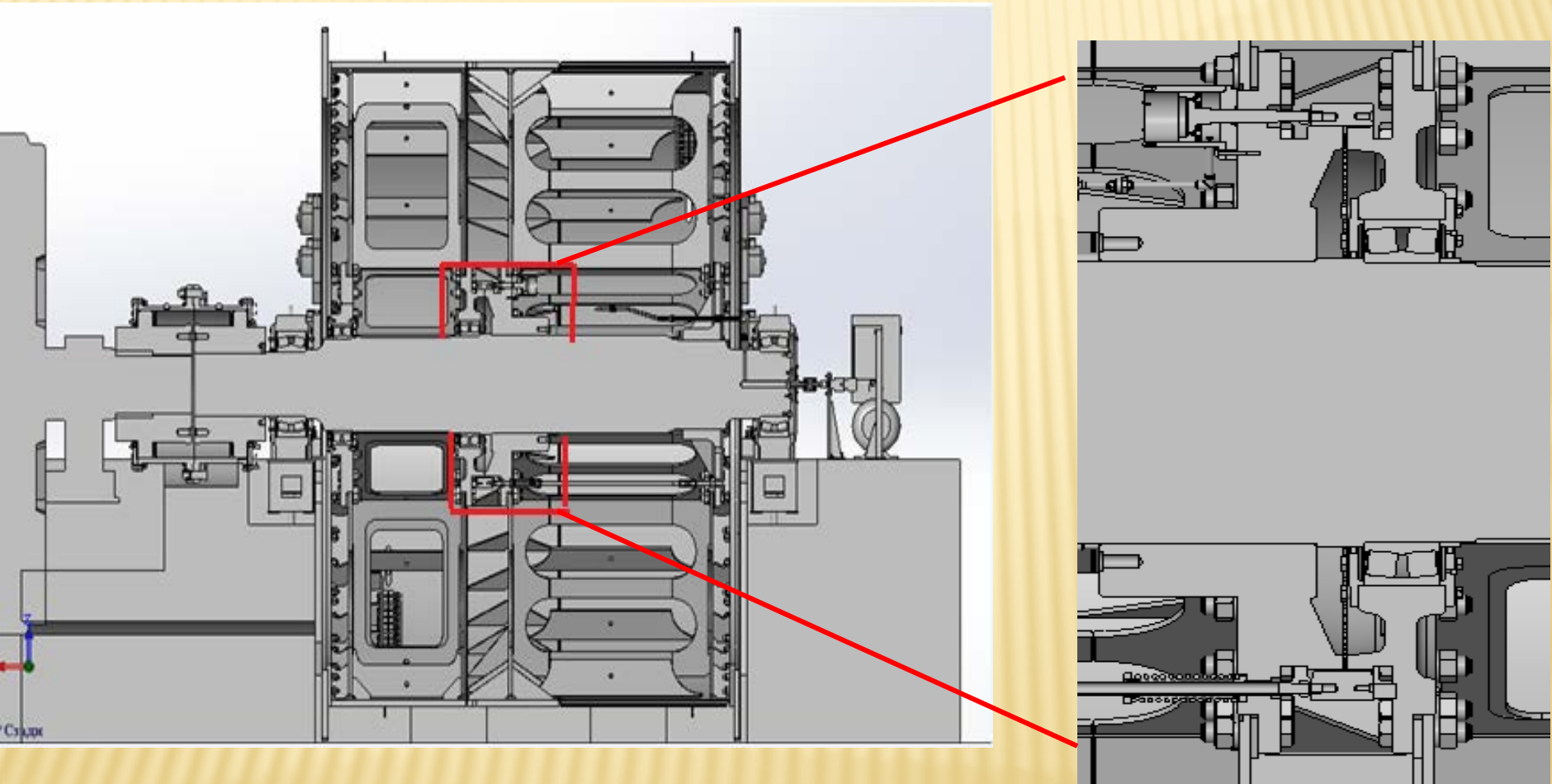
1-коренная часть; 2-тормоз;3-тормозной привод;4-регулятор подъема; 5-пульт управления;6-пневматическая система;7-зубчатая муфта; 8-электродвигатель

Механизм перестановки



1. Пневмоцилиндр
2. Пружина
3. Переставная ступица
4. Зубья заклиненной ступицы
5. Зубчатый венец

Расположение механизма перестановки в подъемной машине ЦР -6х3,2.



Техническая проблема

Неправильно подобранная жесткость пружины переставного устройства, может вызвать аварийную ситуацию

Обоснование параметров переставного устройства шахтной подъемной машины ЦР-6х3,2 является **актуальной научной задачей**

Объект исследования

Механические процессы, возникающие
при перестановке барабана

ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Зависимость между параметрами
заклиненного барабана при перестановке

Идея работы

Использование современных методов
компьютерного моделирования
SolidWorks для решения поставленной
научной задачи

Цель работы

Разработать рекомендации на проектирование переставного устройства шахтной подъемной машины ЦР – 6х3,2

Для достижения цели поставлены следующие подзадачи:

1. Разработка математической модели движения зубьев венца
2. Определение зависимости жесткости пружины, необходимой для полного попадания зубьев, от скорости вращения барабана
3. Исследование влияния сил трения на процесс вхождения зубьев ступицы во впадины венца

Методы исследования

Анализ литературных источников,
компьютерное моделирование в
SolidWorks, анализ движения SolidWorks
Motion, аналитические расчеты с
помощью MathCAD, аппроксимация
функций в Microsoft Excel

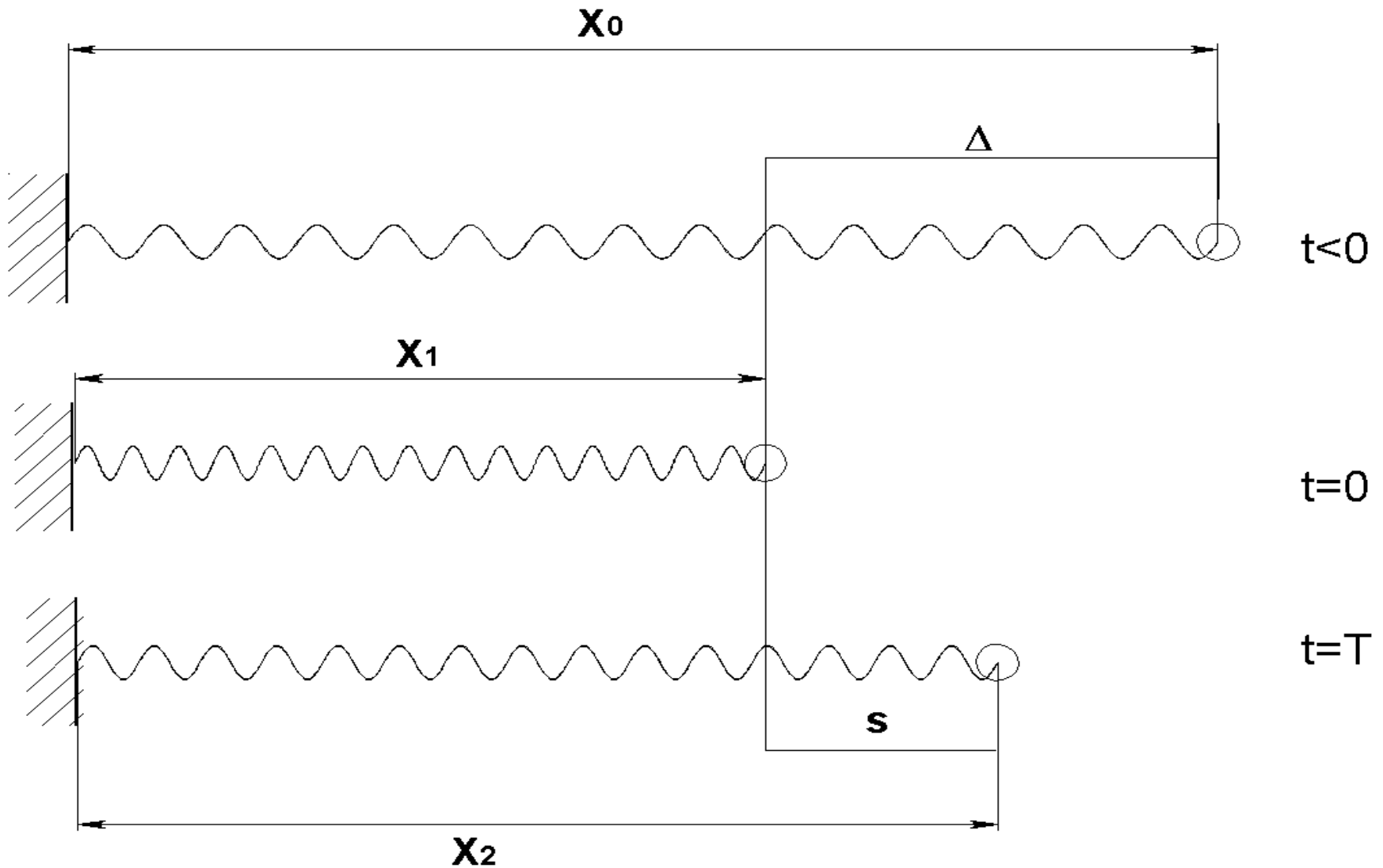
1. Разработка математической модели движения зубьев венца

Постановка задачи:

Найти связь между T – временем, необходимым для полного вхождения зубьев венца во впадины ступицы, и c – жесткостью пружины

Допущения: разность длин пружины в свободном и в конечном состоянии (x_2) составляет 10 % от толщины венца (s)

Расчетная схема



Уравнение движения

$$1. m \cdot \ddot{x} + c \cdot (x - x_0) = 0$$

Начальные условия

$$2. \text{ При } t=0: x(0)=x_1$$

$$3. \dot{x}(0)=0$$

Граничное условие

$$4. x(T) \equiv x_2$$

Дополнительное условие

$$5. \Delta \equiv 1,1 \cdot s$$

$$6. x_2 - x_1 \equiv s$$

Ищем решение в виде:

$$x(t) \equiv A_1 \cdot \sin \omega t + A_2 \cdot \cos \omega t + A_3$$

$$1. \ddot{x} = -A_2 \cdot \omega^2 \cdot \cos\omega t + \omega^2 \cdot A_2 \cdot \cos\omega t + A_3 \cdot \omega^2 - \omega^2 \cdot x_0 = 0$$

$$A_3 \equiv x_0$$

$$2. A_2 + A_3 \equiv x_1$$

$$3. A_1 \equiv 0;$$

Решение примет вид:

$$x(t) \equiv x_0 - \Delta \cdot \cos\omega t$$

$$4. -\Delta \cdot \cos\omega t \equiv x_2 \equiv -\Delta + s$$

$$\text{Тогда, } \omega = \frac{1}{T} \cdot \arccos \frac{\Delta - s}{\Delta}$$

Из условия $w^2 = \frac{c}{m}$ находим жесткость:

$$c = w^2 \cdot m$$

График перемещения зубьев венца для параметров $s=0,075\text{м}$; $T=1,5\text{ с}$; $m=17187\text{кг}$; $\Delta=0,0825\text{м}$

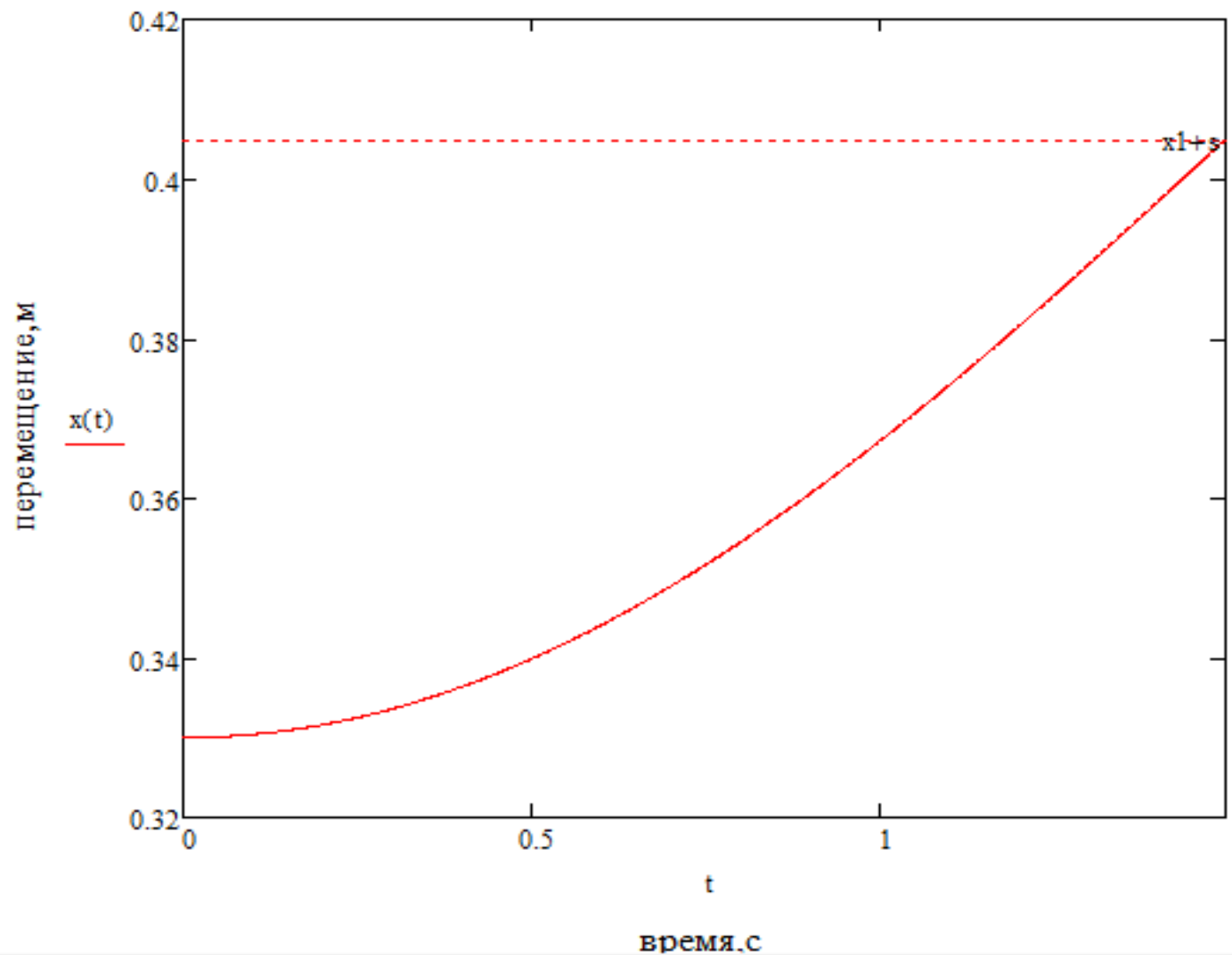
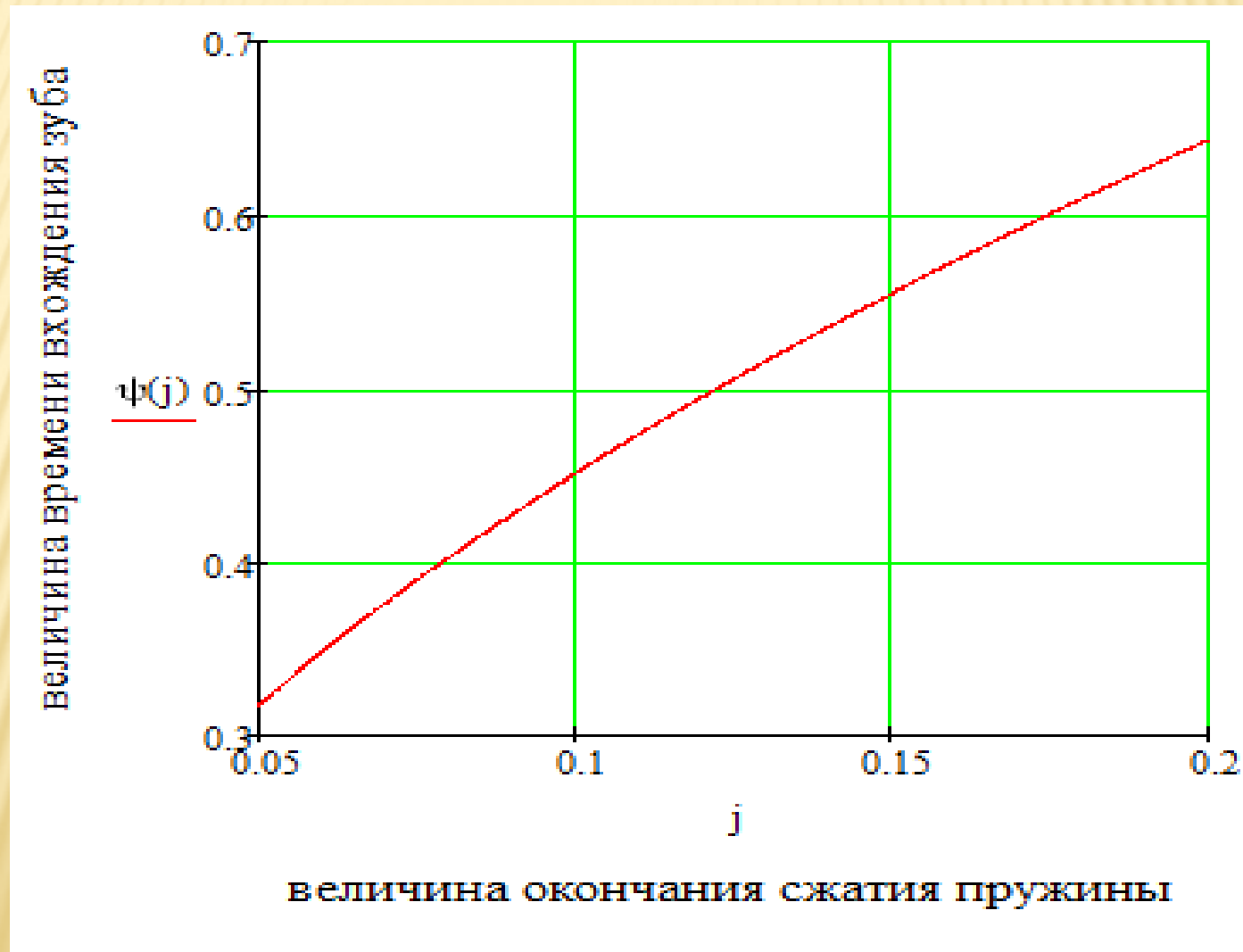


График зависимости безразмерного времени окончания движения венца от безразмерной величины сжатия пружины



Вывод по задаче 1:

Найдена зависимость между необходимой жесткостью пружины и временем, необходимым для полного вхождения зубьев венца во впадины ступицы, массой поступательно перемещающихся частей машины, толщиной венца, величиной окончания сжатия пружины

2. Определение зависимости жесткости пружины переставного устройства, необходимой для полного попадания зубьев, от скорости вращения барабана

Постановка задачи:

Используя результаты первой задачи, найти жесткость пружины переставного устройства от параметров работы переставного устройства

Максимальное время вхождения зуба во
впадину:

$$T = \alpha / \omega$$

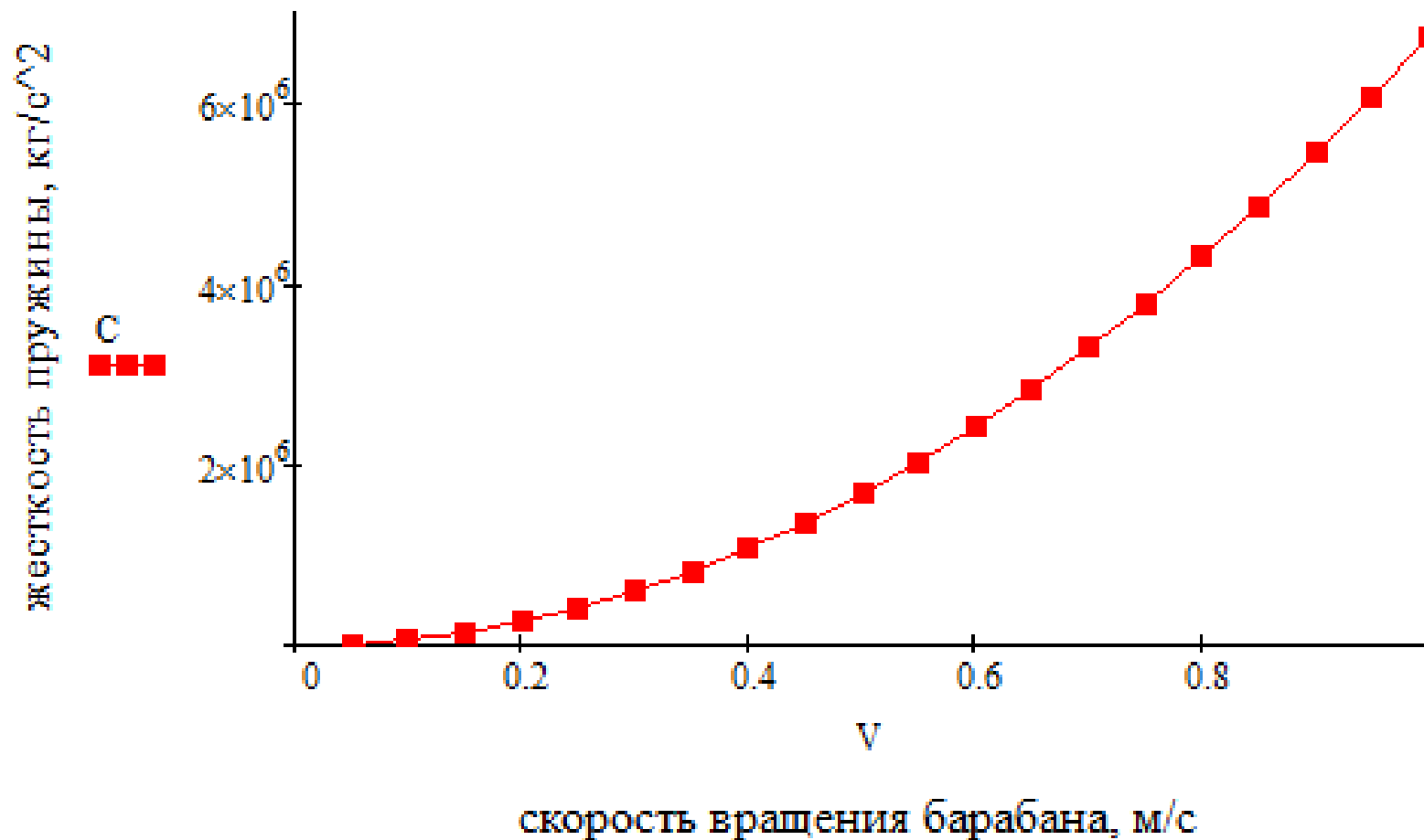
где α – половина угла между зубьями

ω – угловая скорость вращения
барабана

$$\alpha = 360 / z \cdot 2$$

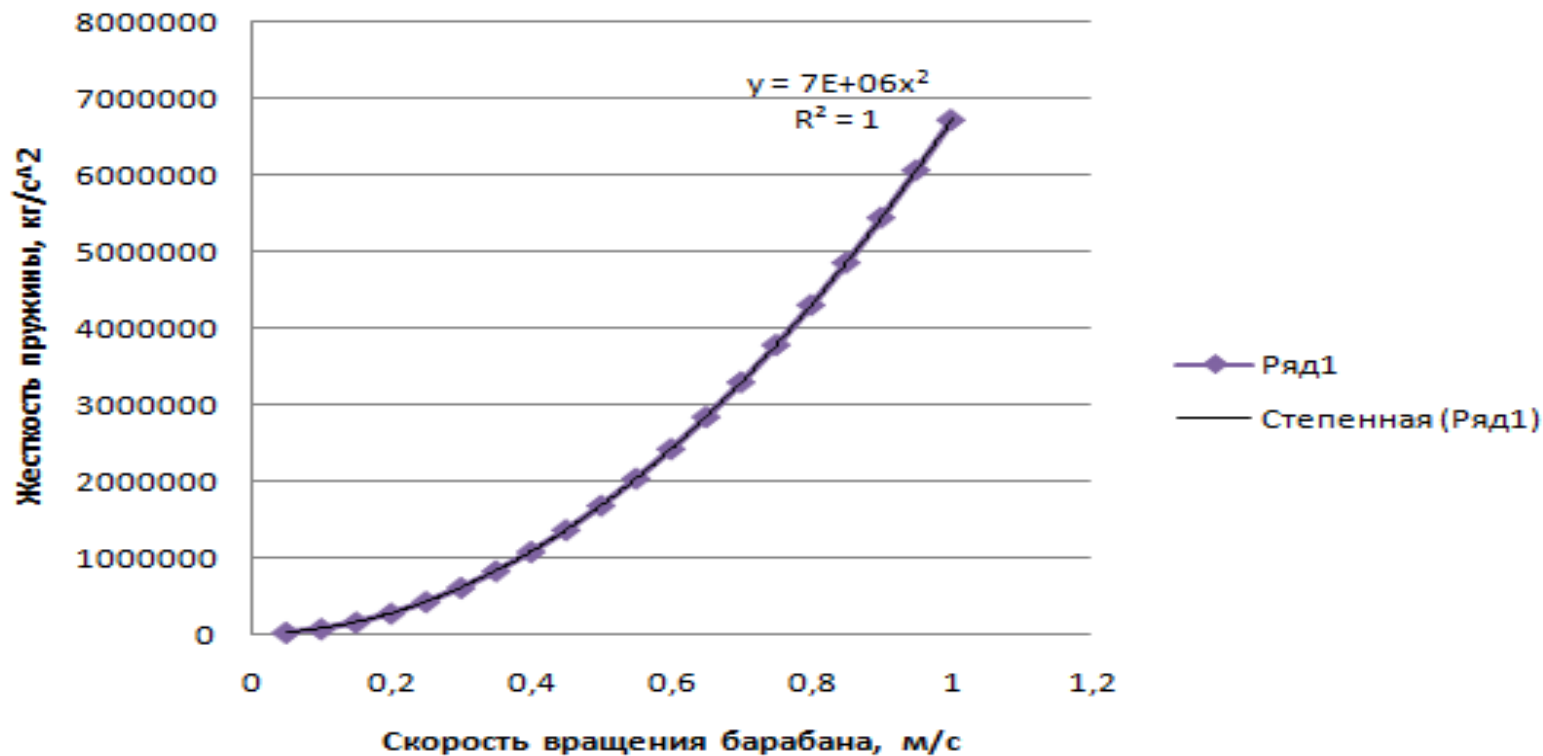
где z – количество зубьев венца

График зависимости жесткости пружины переставного устройства от скорости вращения барабана для параметров $s=0,075\text{м}; m=17187\text{кг}; D=6\text{м}$



Аппроксимация функции в Microsoft Excel

Зависимость жесткости пружины от скорости вращения барабана



$$c(v) = 7 \cdot 10^6 \cdot v^2$$

Выводы по задаче 2:

Найдена зависимость между необходимой жесткостью пружины переставного устройства и линейной скоростью вращения барабана

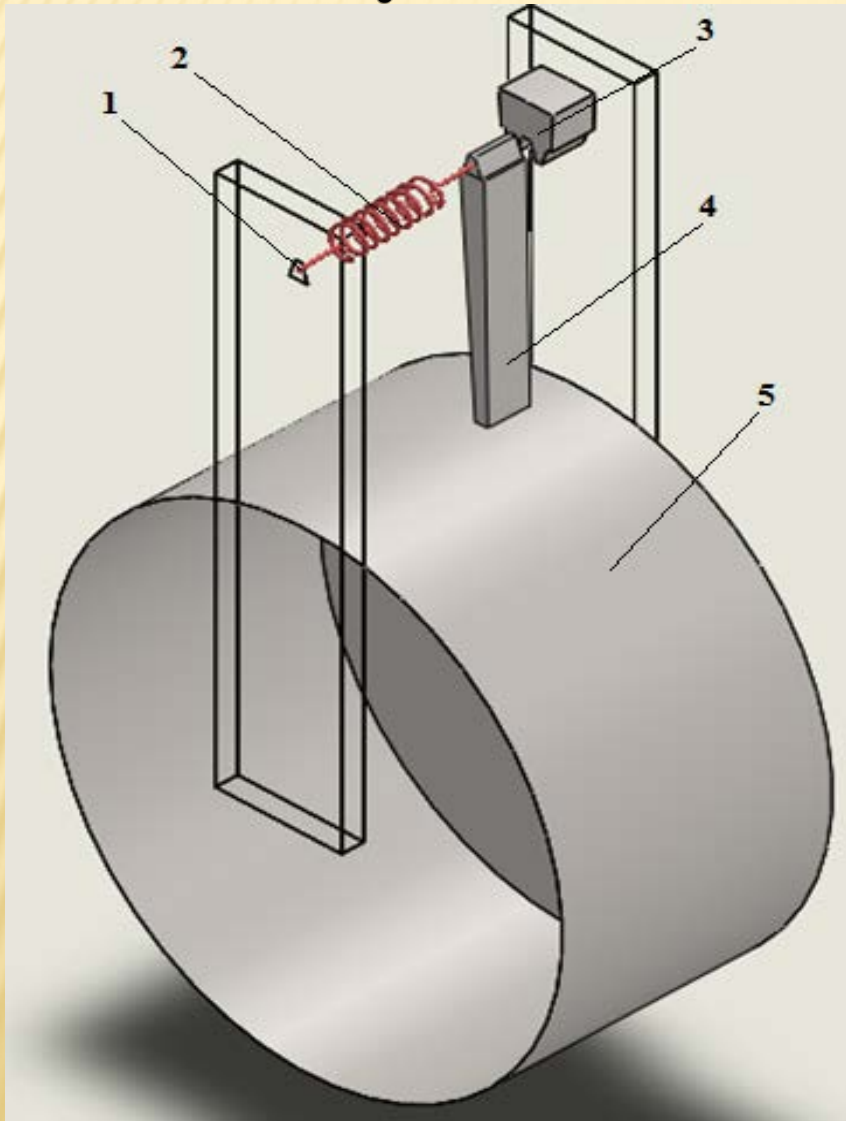
Доказано, что зависимость жесткости от скорости является степенной функцией

3. Исследования влияния сил трения на процесс вхождения зубьев ступицы во впадины венца

Постановка задачи:

Создание твердотельной компьютерной модели зубьев венца и ступицы для оценки влияния факторов контактного взаимодействия зубьев венца и ступицы средствами SolidWorks Motion на величину необходимой жесткости пружины переставного устройства

Твердотельная модель взаимодействия зубчатого венца и ступицы



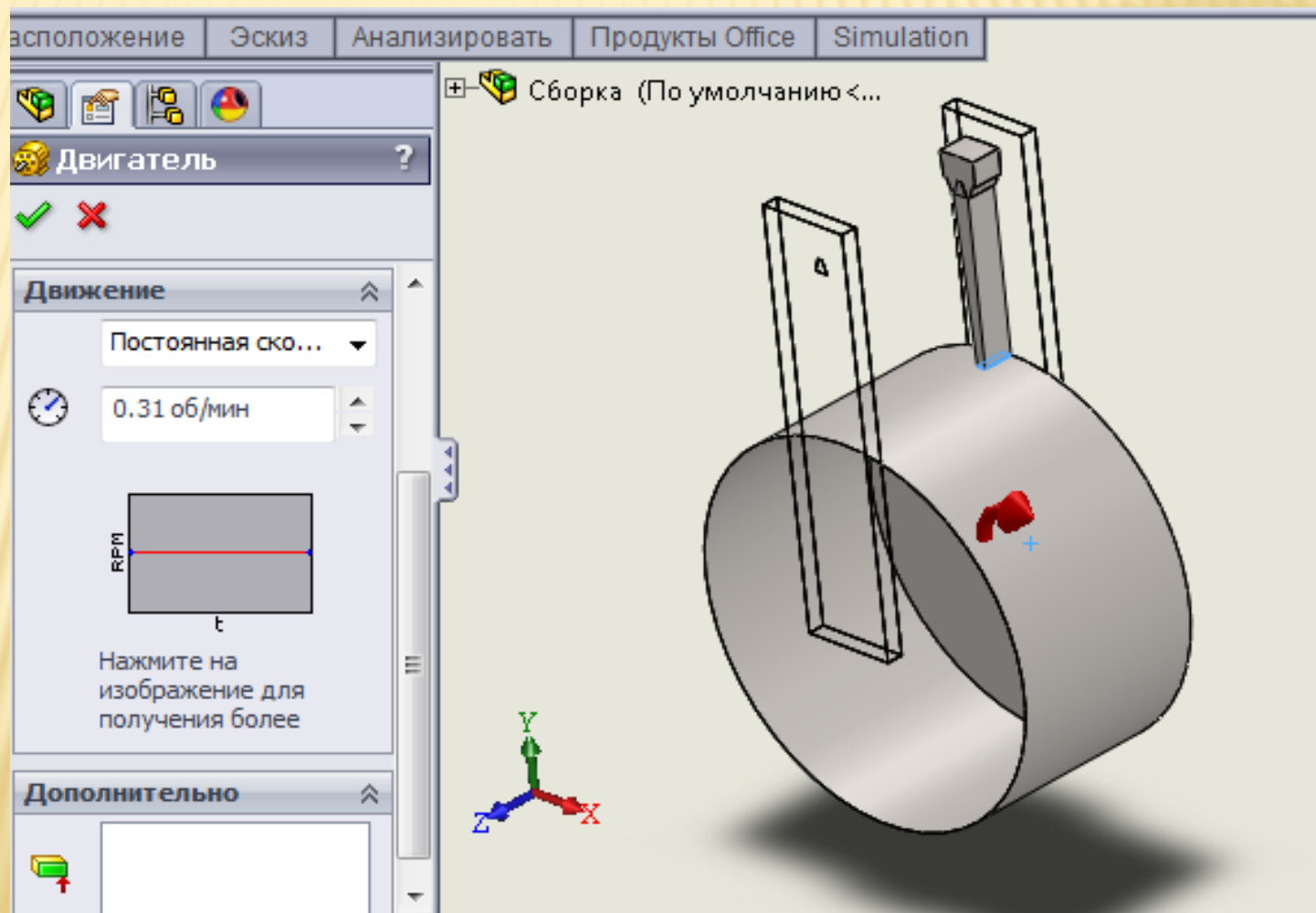
1. Место крепления пружины
2. Пружина
3. Зубчатый венец
4. Ступица
5. Вал

Исходные данные для исследования

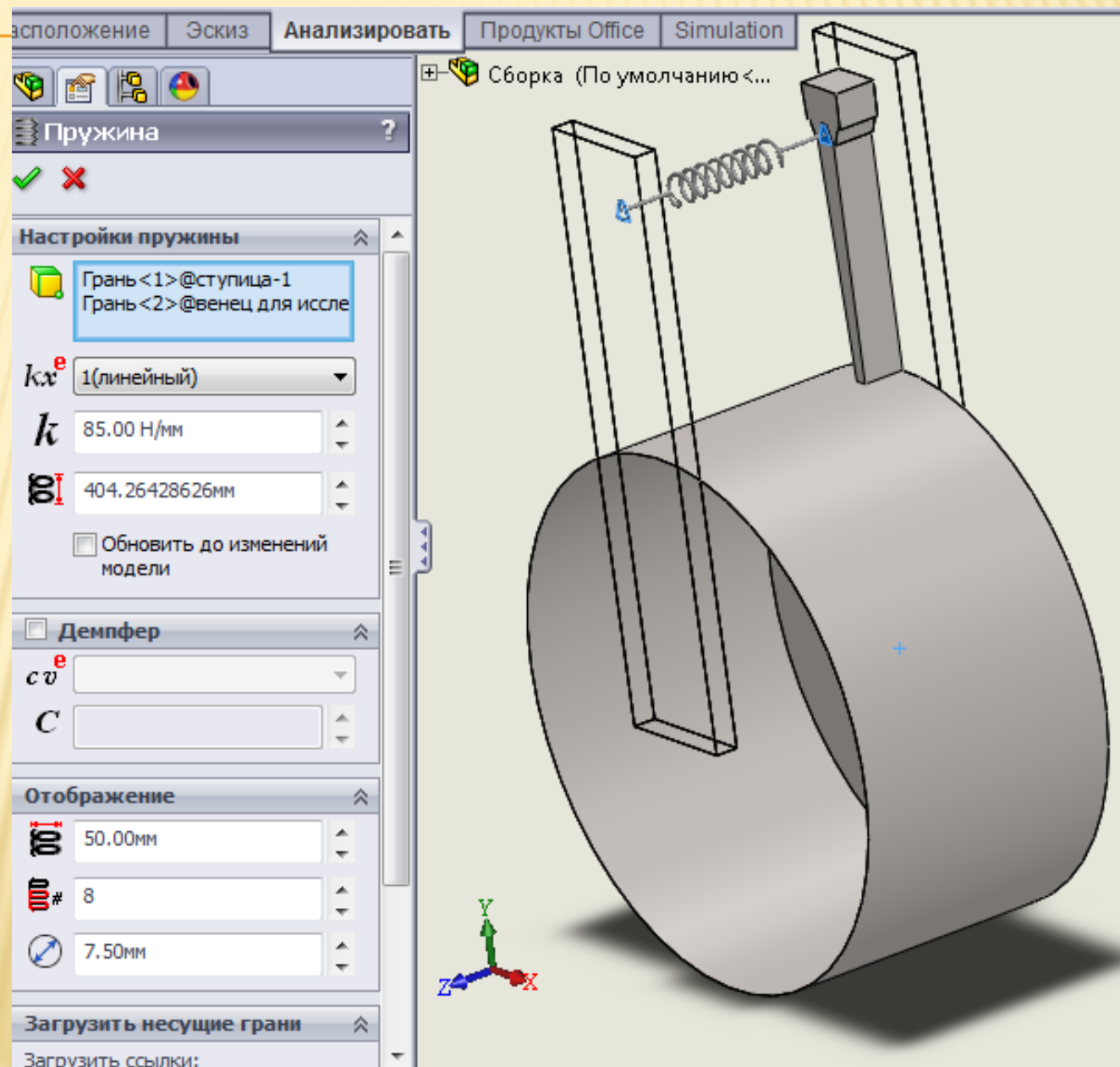
Диаметр барабана(D,м)	6
Скорость вращения барабана(v,м/с)	0,314
Масса подвижных частей, совершающих поступательное перемещение при перестановки(m,кг)	17187
Толщина венца(s,м)	0,075
Жесткость пружины(c, кг/с ²)	16816
Частота вращения(n,об/мин)	0,31
Время вхождения зуба во впадину(T, с)	0,75

Для проведения исследования выбраны:

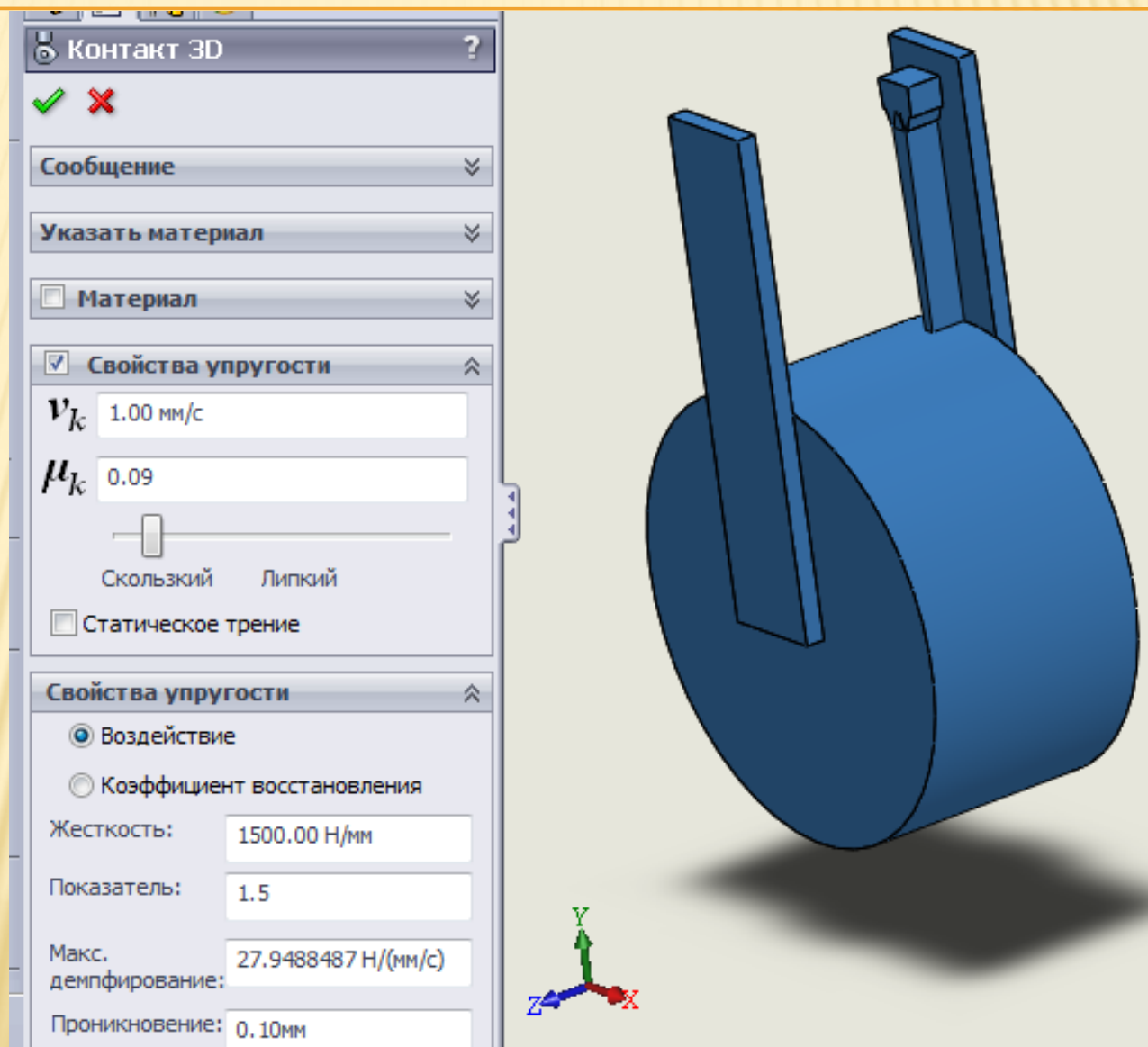
- двигатель



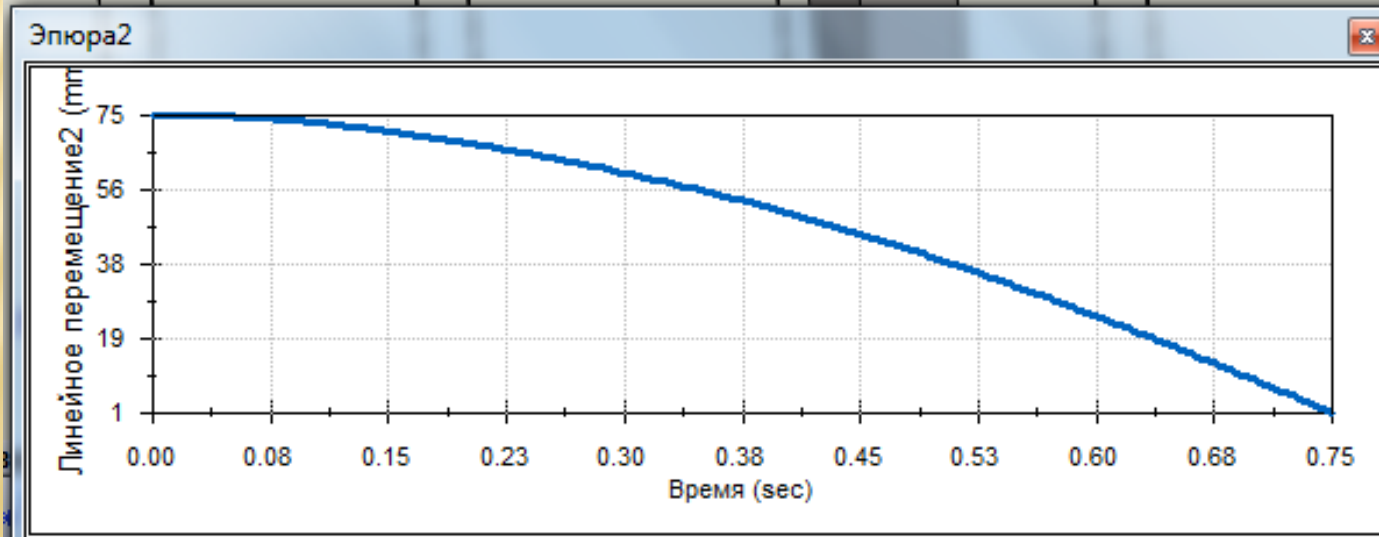
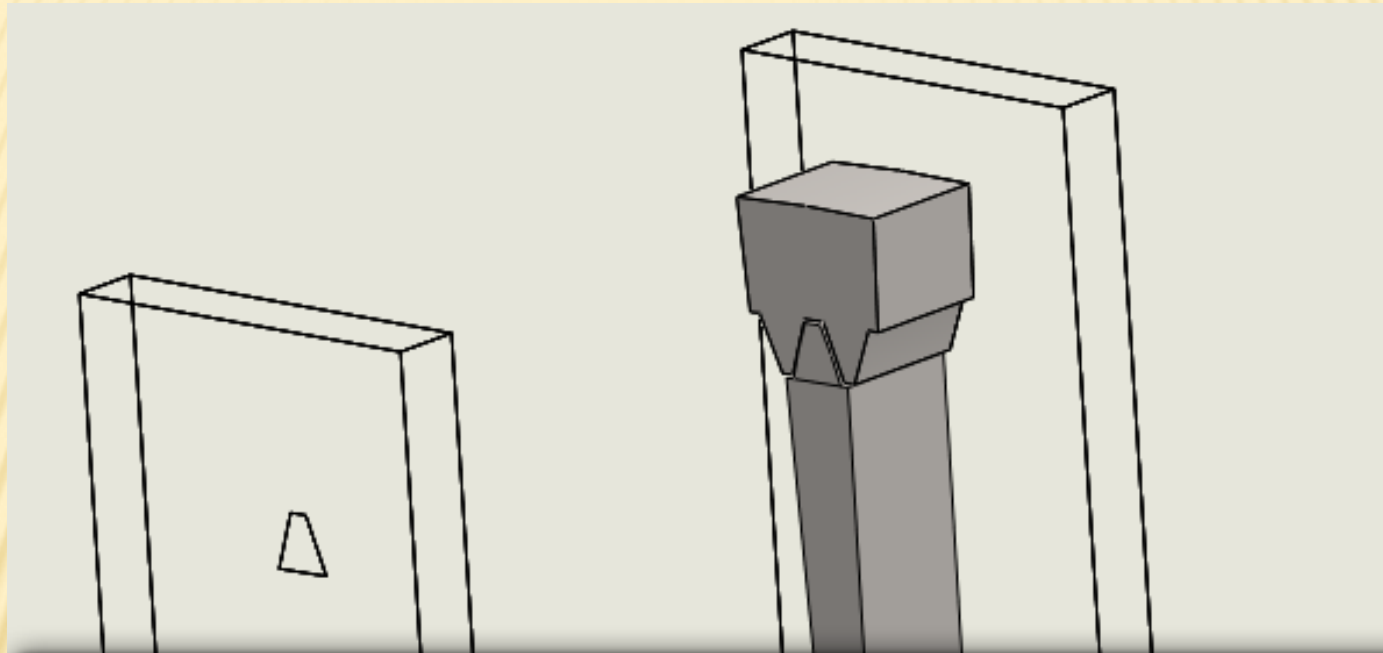
-линейная пружина



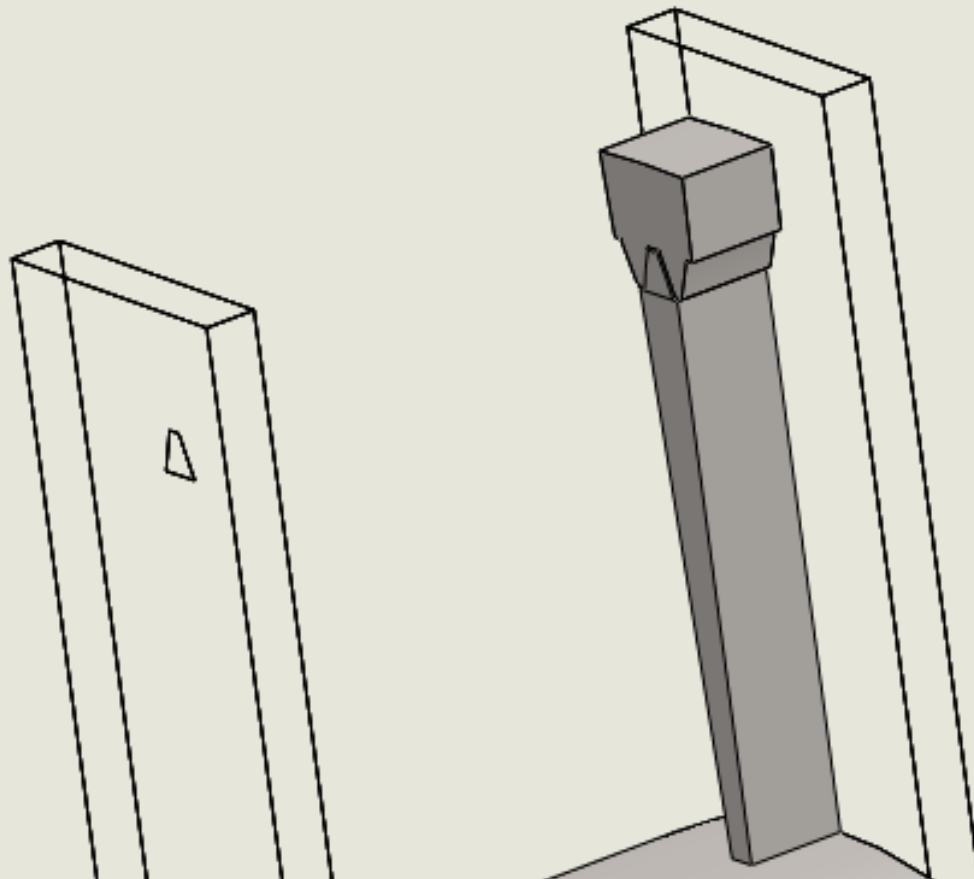
-КОНТАКТ ТВЕРДОГО ТЕЛА



Зависимость зуба от времени контактного перемещения



Проверка средством SolidWorks Motion



Вывод по задаче 3:

Для принятых исходных данных учет сил трения приводит к необходимости увеличить жесткость пружины на 15%

Выводы:

На основе анализа состояния вопроса был сделан вывод, что обоснование параметров переставного устройства является актуальной научной проблемой. В рамках его выполнения были решены следующие задачи:

1. Разработана математическая модель движения зубьев венца
2. Определена зависимость жесткости пружины, необходимой для полного попадания зубьев, от скорости вращения барабана
3. Разработана твердотельная компьютерная модель переставного устройства средствами SolidWorks
4. Исследовано влияние сил трения на процесс вхождения зубьев ступицы во впадины венца

Доклад окончен.

Спасибо за внимание!!!