

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский-технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной инженерии имени А.Буркитбаева
Кафедра «Станкостроение, материаловедение и технологии
машиностроительного производства»

Қабылбек Шынғыс Бахытұлы

3Dмоделирование коробки передач токарного станка

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Специальность 5В071200 – Машиностроение

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной инженерии им. А. Буркитбаева

Кафедра «Станкостроение, материаловедение и технология
машиностроительного производства»



ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
СМиТМП, PhD

Арымбеков Б.С.
04 2019г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «3D моделирование коробки передач токарного станка» : 5B071200 -
Машиностроение

Выполнил

Қабылбек Ш.Б.

Рецензент

Магистр технических наук

Преподаватель КазАДИ им. А.Б.Гончарова

Щакенова Ж.Н.



«22» 2019г.

Научный руководитель
канд. техн. наук, сеньор
лектор Сушкова О.А.

«22» 2019г.

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной инженерии им. А.Буркитбаева

Кафедра «Станкостроение, материаловедение и технология машиностроитель-
ного производства»

5B071200 – Машиностроение



УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
СМИТИП, PhD, ассоц.проф.

Арымбеков Б.С.

«6» ноября 2018г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся: Кабылбек Шынғысу Бахытұлы

Тема: 3D моделирование коробки передач токарного станка
приказом Ректора Университета № 1252-п от «06» ноября 2018г.

Срок сдачи законченной работы «2» мая 2019г.

Исходные данные к дипломной работе: 3D модели аналогов коробки передач

Краткое содержание дипломной работы:

- Средства для проектирования коробки передач токарного станка
- 3D моделирование коробки передач токарного станка
- Расчет вала в программе APM-WinMachine
- Статический анализ вала в программе SolidWorks

Перечень графического материала: чертеж вала – 1 лист формата А4, чертеж ше-
стерни коробки передач – 1 лист формата А4, чертеж корпуса коробки передач –
1 лист формата А4, представлены 14 слайдов презентации работы

Рекомендуемая основная литература: из 6 наименований

- Бруштейн Б.Е., Дементьев В.И. Токарное дело. Учебник для проф.-техн.
училищ. Изд. 6-е, переработ, и доп. - М.: «Высшая школа», 1967. - 448 с. с илл.
- Блюмберг В.А. Справочник токаря. – Ленинград.: Лениздат, 1969
- Зиновьев Д. Проектирование в Autodesk Inventor. – М.: Издательские ре-
шения, 2015
- Шелофаст В., Стайнова Е., Замрий А. APM WinMachine. Руководство
пользователя. Электронное пособие. – Самара, 2015

- д) Голофтеев С.А. Лабораторный практикум по курсу «Металлорежущие станки». Учеб. пособие для техникумов.-М.: Высш. Шк., 1991.-240с.
- е) Судоплатов И.П. Обработка деталей на станках с ЧПУ. М «Машиностроение», 1976.-102 с.

ГРАФИК
подготовки дипломной работы

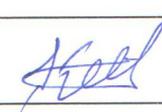
Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
Поиск информации Список литературы Металлорежущие станки	08.02.19 - 10.03.19	Выполнено
Расчетная часть	9.03.19 – 19.04.19	Выполнено
Графическая часть	22.04.19 – 23.04.19	Выполнено

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу
с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименование разделов	Консультант, Ф.И.О. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтролер	Карпеков Р.К, лектор	30.04.2019	

Научный руководитель  Сушкова О.А.

Задание принял к исполнению обучающийся  Кабылбек Ш.Б.

Дата

" " ноября 2018 г.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыстың тақырыбы: "токарлық белгегтің беріліс қорабын 3D-модельдеу". Бұл дипломдық жұмыста токарь белгегінің беріліс қорабының толық моделі, негізгі біліктің есебі, Autodesk компаниясының АЖЖ қолдану арқылы 3D-модель құру келтіріледі.

Дипломдық жұмыстың мақсаты токарлық белгегтің беріліс қорабының 3D моделін жасау болып табылады. Модель Autodesk компаниясының Autocad автоматтандырылған жобалау жүйесінде жасалды.

Бұл жүйені пайдалану кезінде механикалық күйге келтіру қажеттілігі, сондай-ақ жүйеге қызмет көрсету жөніндегі басқа да техникалық құралдар жойылады. Сондай-ақ SolidWorks бағдарламасындағы білікке зерттеулер жүргізілді. Басты назарды беру қорабының 3D моделін және барлық негізгі тораптарды құруға баса назар аударылады. Токарлық станоктың беріліс қорабының негізгі сипаттамалары мен ерекшеліктері ерекшеленеді және сипатталады.

Бұл дипломдық жұмыста АРМ WinMachine бағдарламасында жүргізілетін мәліметтер берілген. Сондай-ақ SolidWorks бағдарламасында білікке талдау жүргізілді және деректер алынды, талдаудың жалпы схемасы жасалды. Алынған мәліметтер негізінде Autodesk Inventor бағдарламасында компьютерлік модельдеу көмегімен токарлық белгегтің беріліс қорабының моделі әзірленді.

АННОТАЦИЯ

Тема дипломной работы: «3D-моделирование коробки передач токарного станка». В данной дипломной работе приводится полная модель коробки передач токарного станка, расчет основного вала, создание 3D-модели с использованием САПР компании Autodesk.

Целью дипломной работы является создание 3D-модели коробки передач токарного станка. Разработка модели производилась в системе автоматизированного проектирования Autocad компании Autodesk.

При использовании данной системы отпадает необходимость механической настройки, а также других технических средств по обслуживанию системы. Также были проведены исследования над валом в программе SolidWorks. Особое внимание акцентируется на созданий 3D модели коробки передач, и всех основных узлов. Выделяются и описываются основные характеристики и особенности коробки передач токарного станка.

В этой дипломной работе представлены расчеты проводимые в программе APM WinMachine детали – Вал. Также проведен анализ вала в программе SolidWorks, и были получены данные, была построена общая схема анализов. На основании полученных сведений разработана модель коробки передач токарного станка с помощью компьютерного моделирования в программе Autodesk Inventor.

ANNOTATION

Thesis: "3D-modeling of the transmission of the lathe." In this thesis, the full model of the transmission of the lathe, the calculation of the main shaft, the creation of a 3D model using Autodesk CAD.

The aim of the thesis is to create a 3D-model of the transmission lathe. Development of the model was carried out in the computer-aided design system Autocad Autodesk.

When using this system, there is no need for mechanical adjustment, as well as other technical means for system maintenance. Studies have also been conducted on the shaft in the SolidWorks software. Particular attention is focused on the creation of 3D models of the gearbox, and all major components. The main characteristics and features of the gear box of the lathe are distinguished and described.

This thesis presents the calculations carried out in the program APM WinMachine details – Shaft. Also, the analysis of the shaft in the SolidWorks program, and the data were obtained, the General scheme of analyses was built. Based on the information obtained, a model of a lathe transmission is developed using computer simulation in Autodesk Inventor.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	9
1	Металлорежущие станки	10
1.1	Виды металлорежущих станков и их классификация	10
1.2	Составные части токарного станка	11
1.3	Коробка передач токарного станка	15
2	Моделирование коробки передач токарного станка	17
2.1	Чертежи коробки передач токарного станка в 2D	17
2.2	3D модель коробки передач токарного станка	19
3	Расчет вала коробки передач токарного станка в программе APM Win Machine	22
4	Статистический анализ вала коробки передач токарного станка в программе Solid Works	25
	Заключение	27
	Список использованной литературы	28

ВВЕДЕНИЕ

Внедрение САПР в машиностроительную отрасль дала возможность реализаций самых смелых проектов и внесла неоценимый вклад в развитие всей отрасли машиностроения. Ни одно машиностроительное предприятие не обходится без систем автоматизированного проектирования, выполняющей соответствующие процессно-аппаратурные функции создания и моделирования рабочих деталей, механизмов и систем, подготовки оборудования, систем циркуляции, транспортирования.

Целью работы является создание 3D-модели коробки передач токарного станка, расчет ведущего вала в программе APM Win Machine.

Данная работа состоит из введения, четырех глав и заключения, списка использованной литературы, а также из графических приложений.

В первой главе даны общие сведения о металлорежущих станках. Вторая глава содержит процесс 3D моделирования, от создания чертежных схем в 2D и процесс моделирования ее в 3D. Третья глава содержит расчет вала в программе APM WinMachine, были проведены расчеты на напряжение, на угол кручения. В четвертой главе проводится анализ на программе SolidWorks, а именно статический анализ вала с общим получением данных исследуемой детали.

1 Металлорежущие станки

1.1 Виды металлорежущих станков и их классификация

Металлорежущий станок – это автомат, предназначенный для обработки болванок (заготовок) в целях образования данных плоскостей методом снятия стружки или же методом пластической деструкции. Обработка выполняется большей частью методом резания лезвийным или же абразивным инструментом.

Металлообрабатывающие станки воплотят в жизнь резание неметаллических материалов, к примеру, дерева, текстолита, капрона, и иных пластических масс. Особые станки обрабатывают еще керамику, стекло и иные материалы.

Металлообрабатывающие станки систематизируют по различным признакам, в зависимости от типа обработки, используемого режущего инструмента и т. д.

Металлорежущие станки в зависимости от предназначения разделяются на 9 ведущих групп [4]:

- токарные – все разновидности станков токарной группы (в маркировке классифицируются цифрой 1);
- сверлильные и расточные – станки для выполнения сверлильных операций и расточки (в маркировке классифицируются цифрой 2);
- шлифовальные, полировальные, доводочные – металлорежущие станки для выполнения доводочных, шлифовальных, заточных и полировальных технологических операций (в маркировке классифицируются цифрой 3);
- комбинированные – металлорежущие станки для обработки составляющих резьбовых и зубчатых соединений (в маркировке классифицируются цифрой 4);
- резьбо- и зубообрабатывающие – станки для обработки составляющих резьбовых и зубчатых соединений (в маркировке классифицируются цифрой 5);
- фрезерные – станки для выполнения фрезерных операции (в маркировке классифицируются цифрой 6);
- долбежные, строгальные, и протяжные – металлорежущие станки всевозможных трансформаций в соответствии с этим для строгания, долбежки, протяжки (в маркировке классифицируются группой 7);
- разрезные – оснащение для выполнения отрезных дел (в маркировке классифицируются группой 8);
- разные – к этим металлорежущим агрегатам относятся бесцентровообдирочные, пилонасекательные и другие (в маркировке классифицируются группой 9).

1.2 Составные части токарного станка

Токарные станки по металлу, в совместной собственной массе, имеют приблизительно родственную сборку – схему расположения узлов, рисунок 1.



Рисунок 1 – Общий вид токарного станка по металлу [4]

Основными узлами токарного станка являются:

- станина;
- передняя бабка;
- шпиндель;
- механизм подачи;
- суппорт;
- фартук;
- задняя бабка.

Ведущей недвижимой частью станка считается станина, состоящая из двух вертикальных ребер. Между ними присутствуют некоторое количество поперечных перекладин, обеспечивающих жёсткость и неколебимость статора.

Станина находится на ножках, их численность зависит от длины станины. Система ножек-тумб такая, что она предоставляет возможность хранить нужные для работы станка инструменты.

Верхние поперечные рейки станины работают направляющими для передвижения по ним суппорта и задней бабки. По сравнению схемы станков, просто подметить, что в кое-каких системах применяются направляющие двух видов[1]:

- призматические, для движения суппорта;
- плоская направляющая, для хода задней бабки.

Детали, расположенные в передней бабке, служат для поддержки и вращения заготовки, во время её обработки. Здесь расположены узлы, регулирующие скорость вращения детали, рисунок 2.

К ним относятся:

- шпиндель;
- два подшипника;
- шкив;
- коробка скоростей, отвечающая за регулировку скорости вращения.



Рисунок 2 – Передняя бабка отдельно от станка [5]

Основная деталь передней бабки в устройстве токарного станка – шпиндель. С правой его стороны, обращённой в сторону задней бабки, есть резьба. К ней крепятся патроны, удерживающие обрабатываемую деталь. Сам шпиндель устанавливается на два подшипника. Точность работ, выполняемых на станке, зависит от состояния шпиндельного узла.

Маловероятно, что ещё можно встретить устройство токарного станка по металлу с монолитным шпинделем. Современные станки имеют полые модели, но это не упрощает требований, предъявляемых к ним. Корпус шпинделя должен выдерживать без прогибов, рисунок 3:

- детали с большим весом;
- предельное натяжение ремня;
- нажим резца.

Особые требования предъявляются к шейкам, на которые устанавливаются подшипники. Шлифовка их должна быть правильной и чистой, шероховатость поверхности не более $Ra = 0,8$ [2].



Рисунок 3 – Шпиндель токарного станка [2]

Механизм подачи сообщает суппорту необходимое направление движения. Задаётся направление трензелем. Сам трензель находится в корпусе передней бабки. Управление им происходит посредством наружных рукояток. Кроме направления можно изменять и амплитуду движения суппорта при помощи сменных шестерней разного количества зубьев или коробки подач.

В схеме станков с автоматической подачей имеются ходовой винт и валик. При проведении работ высокой точности исполнения используется ходовой винт. В остальных случаях – валик, что позволяет дольше сохранить винт в идеальном состоянии для выполнения сложных элементов.

Верхняя часть суппорта – место крепления резцов и другого токарного инструмента, необходимого для обработки различных деталей. Благодаря подвижности суппорта резец плавно перемещается в направлении, необходимом для обработки заготовки, от места, где суппорт с резцом и располагался в начале работы, рисунок 4 [1].

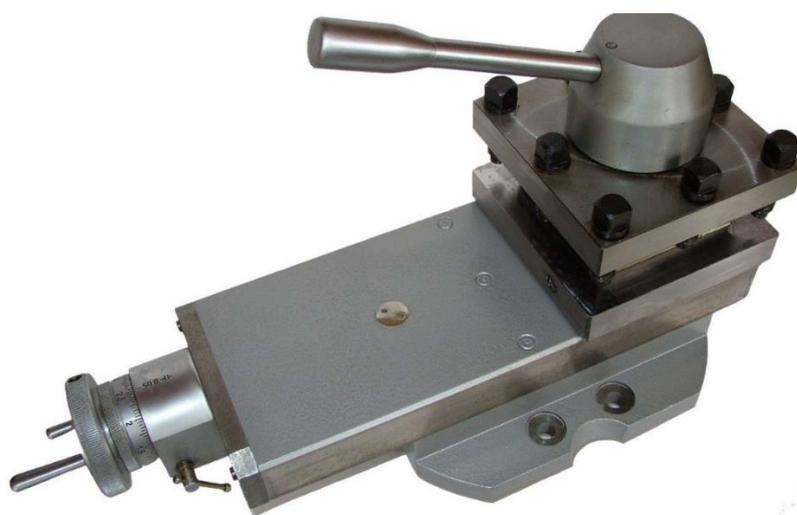


Рисунок 4 – Суппорт токарного станка [1]

При обработке длинных деталей ход суппорта вдоль горизонтальной линии станка должен совпадать с длиной обрабатываемой заготовки. Такая потребность определяет возможности суппорта передвигаться в четырех направлениях относительно центральной точки станка.

Продольные движения механизма происходят по салазкам – горизонтальным направляющим станины. Поперечная подача резца осуществляется второй частью суппорта, передвигающейся по горизонтальным направляющим.

Поперечные (нижние) салазки служат основой поворотной части суппорта. С помощью поворотной части суппорта задаётся угол расположения заготовки относительно фартука станка [3].

Фартук, как и передняя бабка, скрывает за своим корпусом необходимые для приведения в движение механизмов станка узлы, связывающие суппорт с зубчатой рейкой и ходовым винтом. Рукоятки управления механизмами фартука вынесены на корпус, что упрощает регулировку хода суппорта.

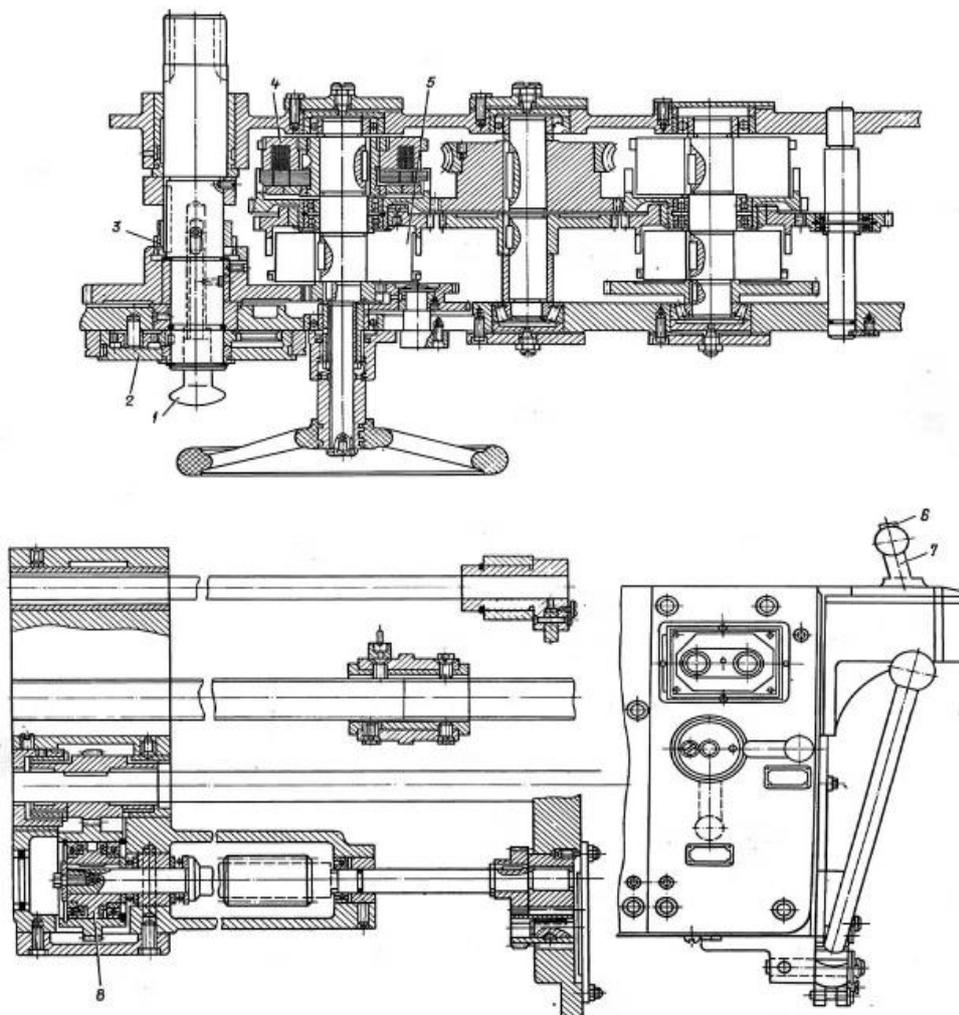


Рисунок 5 – Фартук токарного станка [4]

Задняя бабка подвижная, она используется для закрепления детали на шпинделе. Состоит из двух частей: нижней – основной плиты и верхней, удерживающей шпиндель, рисунок 6.

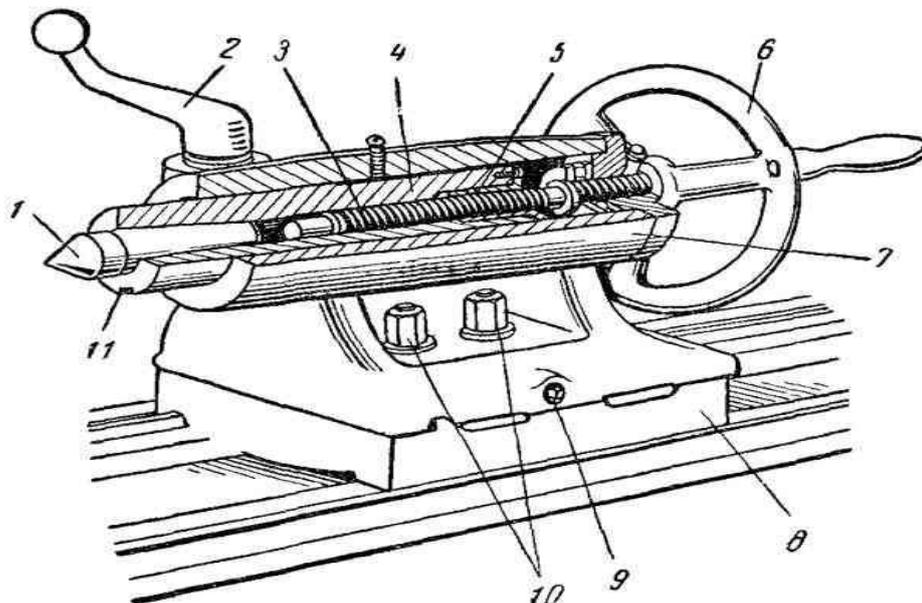


Рисунок 6 – Задняя бабка [4]

Подвижная верхняя часть движется по нижней перпендикулярно-горизонтальной оси станка. Это необходимо при точении конусообразных деталей. Через стенку бабки проходит вал, он может поворачиваться рычагом на задней панели станка. Крепление бабки к станине производится обычными болтами.

Индивидуален по своей компоновке каждый токарный станок, устройство и схема могут несколько отличаться в деталях, но в малых и средних станках такой вариант встречается наиболее часто. Компоновки и схемы тяжёлых больших токарных станков отличается в зависимости от их назначения, они узкоспециализированные [3].

1.3 Коробка передач токарного станка

Коробкой скоростей называется механизм, предназначенный для ступенчатого изменения частоты (скорости) вращения ведомого вала при постоянной частоте вращения, ведущего путем изменения передаточного числа. Изменение частоты вращения достигается включением различных зубчатых кинематических пар между валами.

Коробки скоростей компактны, удобны в управлении и надежны в работе. К недостаткам коробок скоростей относится трудность или невозможность бесступенчатого регулирования частот вращения, возникновение вибрации и шума на некоторых частотах. Существует большое

число различных конструкций коробок скоростей, однако все они представляют собой сочетание отдельных типовых механизмов.

По компоновке коробки скоростей разделяются на коробки с зубчатыми колесами, встроенными в шпиндельную бабку, и коробки скоростей с отдельным приводом, когда шпиндельная бабка и коробка скоростей выполняются в виде отдельных узлов, соединенных ременной передачей.

По способу переключения коробки скоростей бывают со сменными зубчатыми колесами между валами и неизменным межосевым расстоянием, с передвижными колесами или блоками колес, с не передвигаемыми вдоль валов колесами и кулачковыми муфтами, с фрикционными муфтами, с электромагнитными муфтами и с комбинированным переключением. Коробки скоростей выполняются в закрытом корпусе, зубчатые колеса работают в масляной ванне. Такая конструкция предохраняет механизмы от загрязнения, обеспечивает обильное смазывание и хорошее охлаждение механизмов, повышает КПД коробки скоростей [5].

2 Моделирование коробки передач токарного станка

2.1 Чертежи коробки передач токарного станка в 2D

Перед тем как сделать 3D модель вала я начертил чертеж в 2D используя программу КОМПАС, рисунок 7.

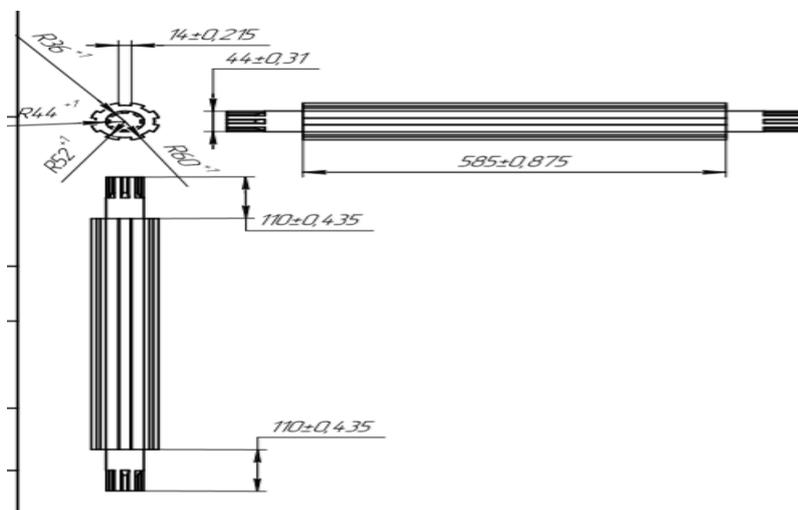


Рисунок 7 – Вал

2D чертеж корпуса представлен на рисунке 8.

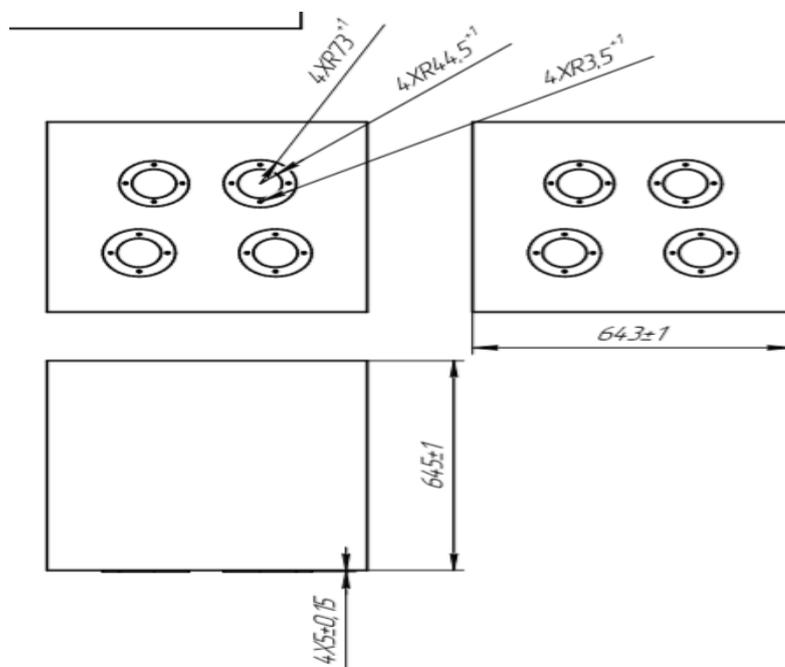


Рисунок 8 - Корпус

Шестерня также является одним звеном в механизме, чертеж также был выполнен в программе КОМПАС, рисунок 9.

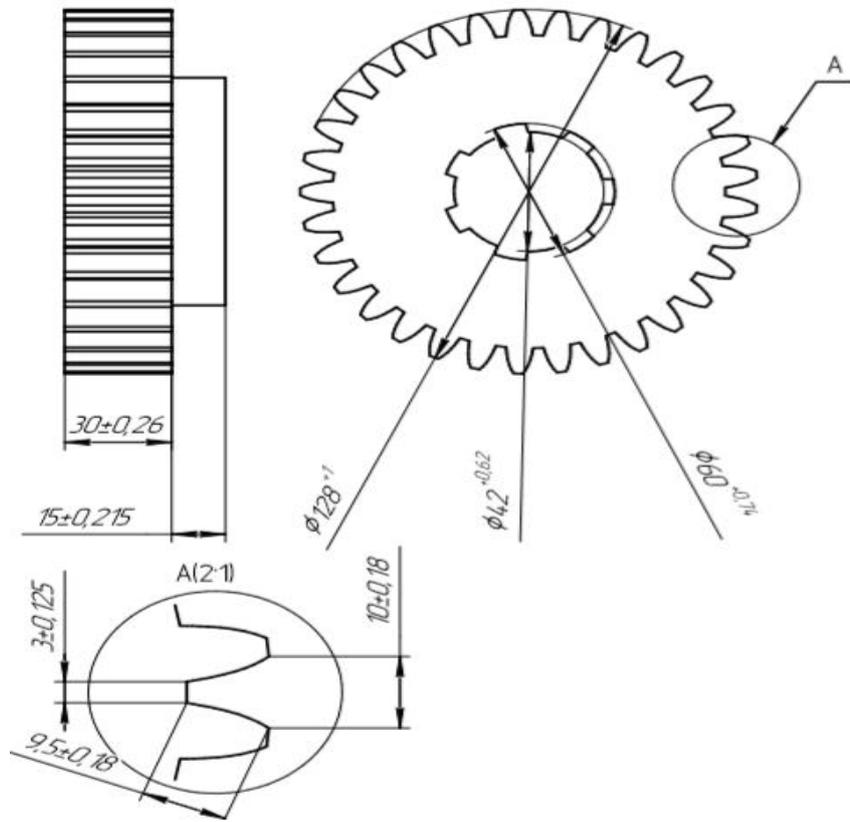


Рисунок 9 - Шестерня

2.2 3D модель коробки передач токарного станка

Модель коробки передач токарного станка я собрал на основе программы Autocad Inventor от семейства Autodesk. Данная программа позволяет создать чертеж и спроектировать коробку передач, рассчитать основные моменты.

Моделирование играет очень большую роль в промышленности и охватывает все отрасли хозяйства, основные моменты, которые я хотел бы подчеркнуть:

- сохранение огромного количества времени;
- наглядное представления проекта;
- проверка конструкций на усилия;
- рентабельность в использовании;
- возможность предотвратить поломки;
- удобность в использовании и решений проблем.

Основными этапами создания 3D-модели коробки передач токарного станка являются создание трехмерной модели корпуса коробки передач, а также создание трехмерных моделей шестерен и валов, из которой состоит сборочная модель токарного станка.

Корпус является одним из главных частей коробки передач токарного станка, в котором располагаются валы и шестерни.

Проектирование трехмерной модели корпуса коробки передач токарного станка осуществлялась в программе Autodesk Inventor.

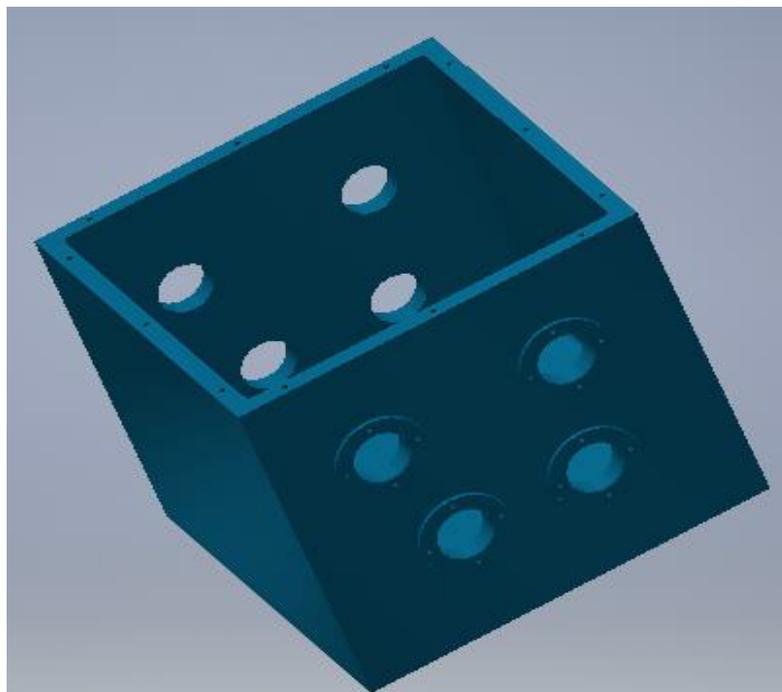


Рисунок 10 – Трехмерная модель коробки передач токарного станка

Трехмерная модель одной шестерней, из которых состоит коробка передач токарного станка, и служит для увеличения или уменьшения крутящего момента, также была построена в программе Autodesk Inventor.

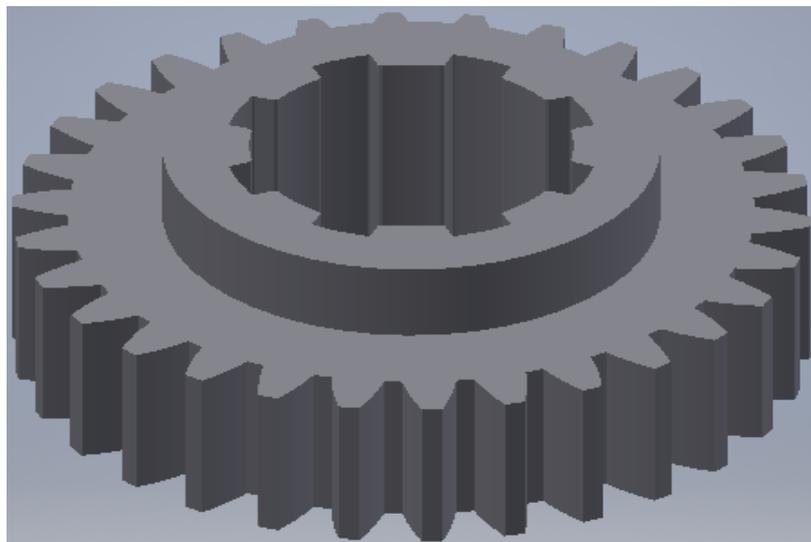


Рисунок 11 – Трехмерная модель шестерни коробки передач токарного станка

Также была создана трехмерная модель одного из валов коробки передач токарного станка.

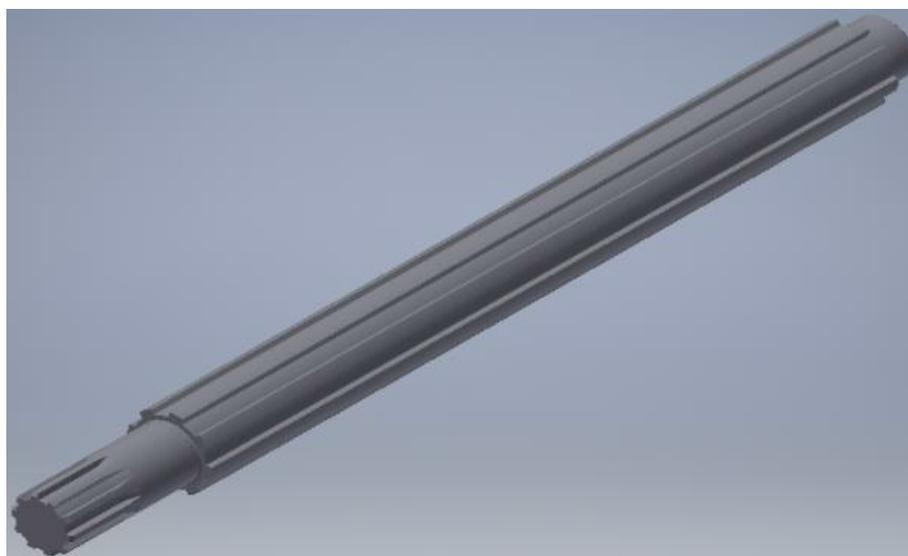


Рисунок 12 – 3D-модель вала коробки передач токарного станка

После завершения создания всех необходимых частей коробки передач токарного станка было создана сборочная модель коробки передач в трехмерном виде.

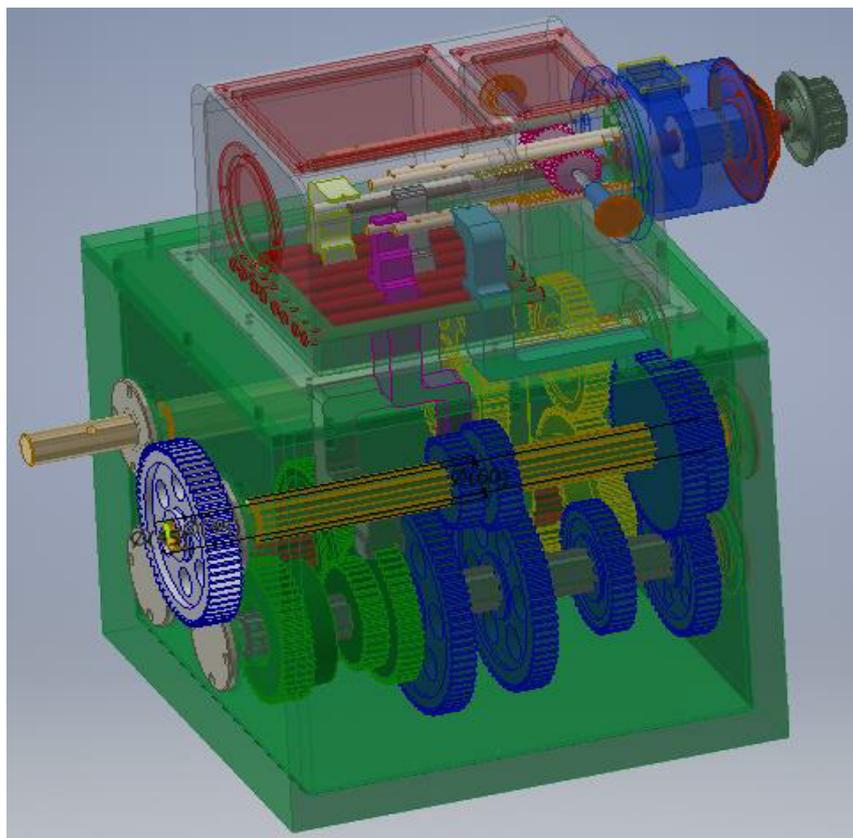


Рисунок 13 – Сборочная модель коробки передач токарного станка

3 Расчет вала коробки передач токарного станка в программе APM WinMachine

Российская САЕсистема автоматического расчета и проектирования механического оснащения и систем в области машиностроения, созданная с учетом последних достижений в вычислительной технике, области численных способов и программирования, а еще теоретических и опытных инженерных заключений.

Особенностью APM WinMachine считается вертикально-интегрированная конструкция сборки продукта, собственно, что разрешает создателям организовывать бесшовные связи междрасчетными модулями для заключения трудных производственных задач.

Программный продукт APM WinMachine сооружен по модульной схеме, собственно, что гарантирует комфорт его применения под узконаправленные отраслевые задачи машиностроения.

В данном программном обеспечении был произведен расчет трехступенчатого вала длиной 500 мм. Были рассчитаны значения таких параметров как:

- момент кручения;
- угол кручения;
- прочность;
- напряжение.

После внесения всех необходимых значений в программу, а также после завершения построения чертежа вала, были получены эпюры крутящего момента, угла кручения, усталостной прочности, а также напряжения.

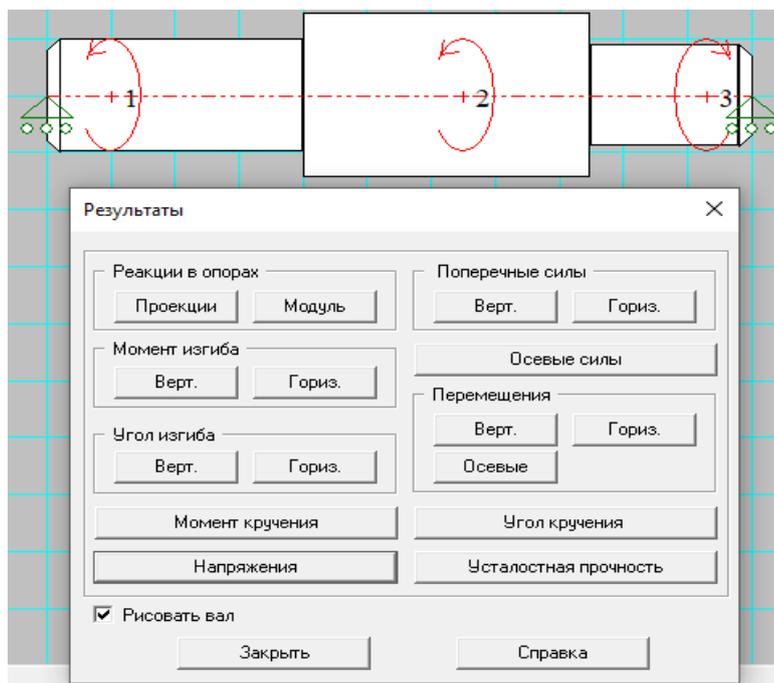


Рисунок 14 – Чертеж вала в программе APM WinMachine

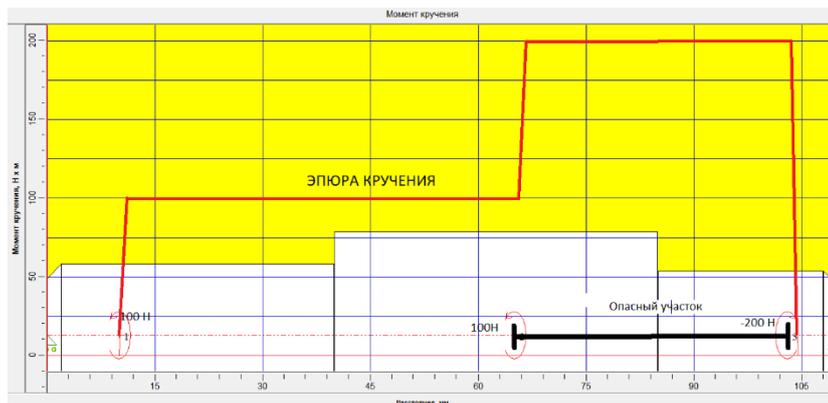


Рисунок 15 – Эпюра кручения вала

По эпюре крутящего момента видно, что наибольший опасный участок является половина второй ступени и третья ступень.

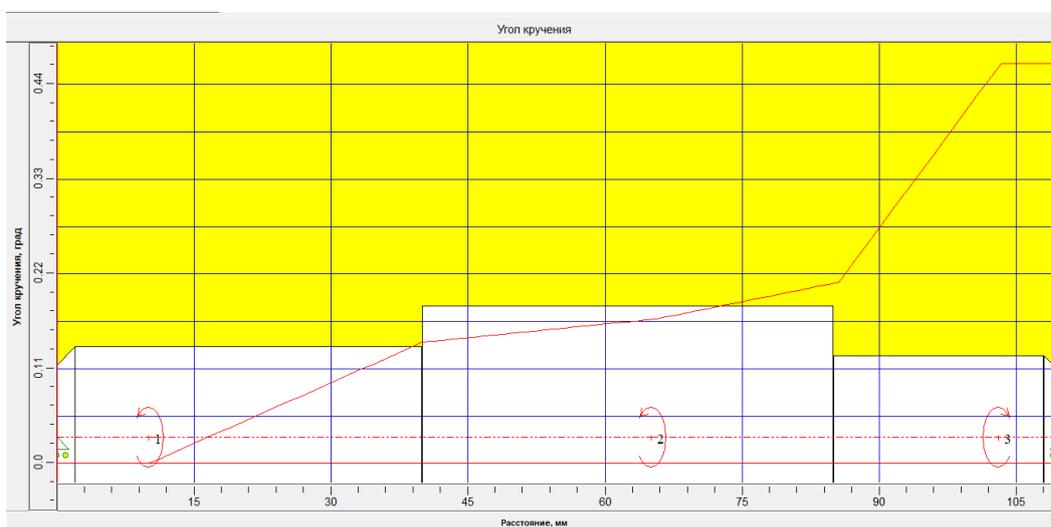


Рисунок 16 – Эпюра угла кручения вала

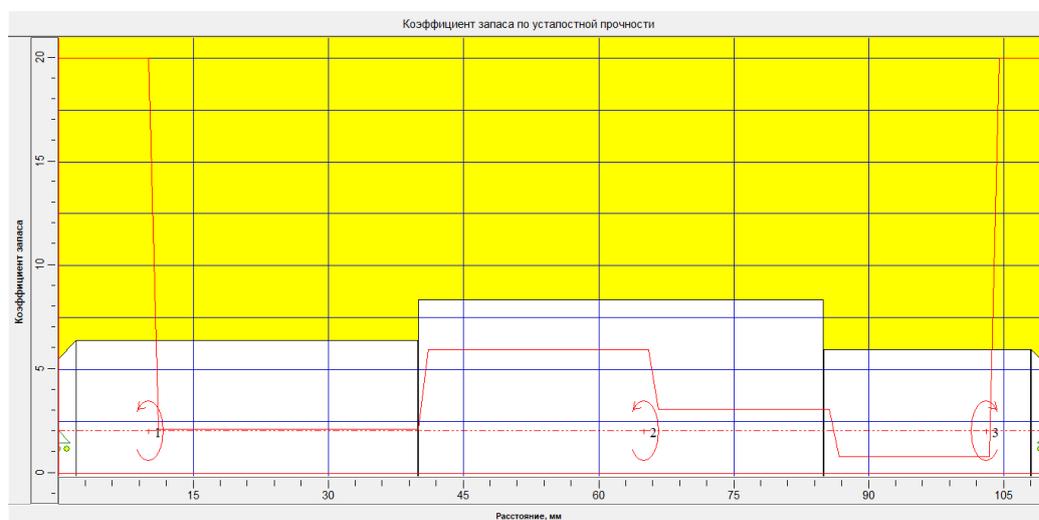


Рисунок 17 – Эпюра усталостной прочности вала

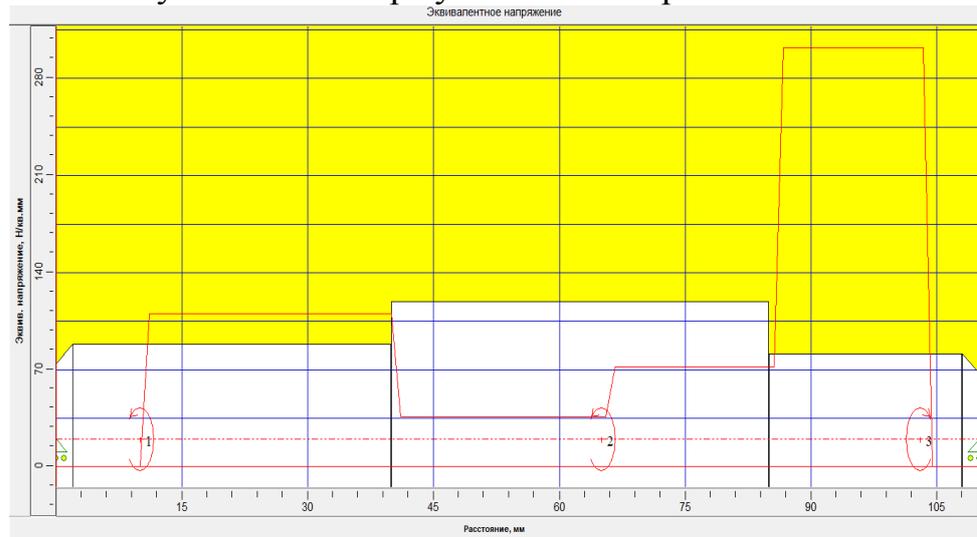


Рисунок 18 – Эпюра напряжении вала

4 Статический анализ вала коробки передач токарного станка в программе Solid Works

Для определения наиболее подверженных частей вала к напряжению, перемещению, а также к деформации необходимо использовать программное обеспечение Solid Works Simulation.

Для создания статического анализа вала необходимо запустить новое исследование во вкладке «Solid Works Simulation».

Так как основные характеристики связаны с материалом изделия, необходимо подобрать материал. Материалом вала коробки передач токарного станка является сталь 40Х.

Следующим этапом на пути к созданию статического анализа является выбор крепления вала. Крепления расположены на двух крайних ступенях.



Рисунок 19 – Крепления вала

После того, как заданы все нагрузки, необходимо нажать на кнопку «Запустить исследование». Программа начнет процесс создания анализа и в завершении выдаст результаты воздействия напряжении, перемещении, а также деформации.

По эпюре напряжении видно, что вал не особо подвергается напряжению со стороны действующих нагрузок.

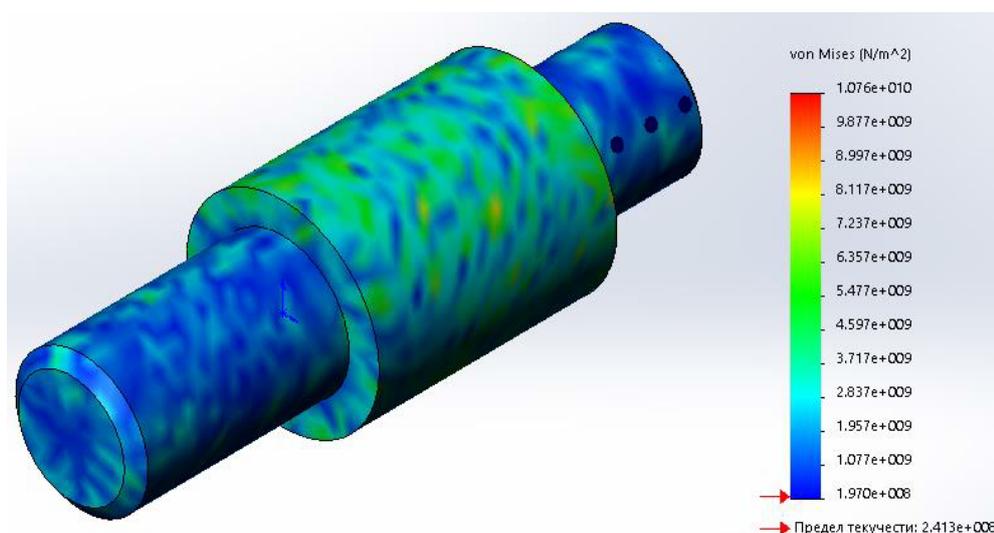


Рисунок 20 – Эпюра напряжении вала

По эпюре перемещении можно сказать что, что опасным участком для перемещений является вторая ступень.

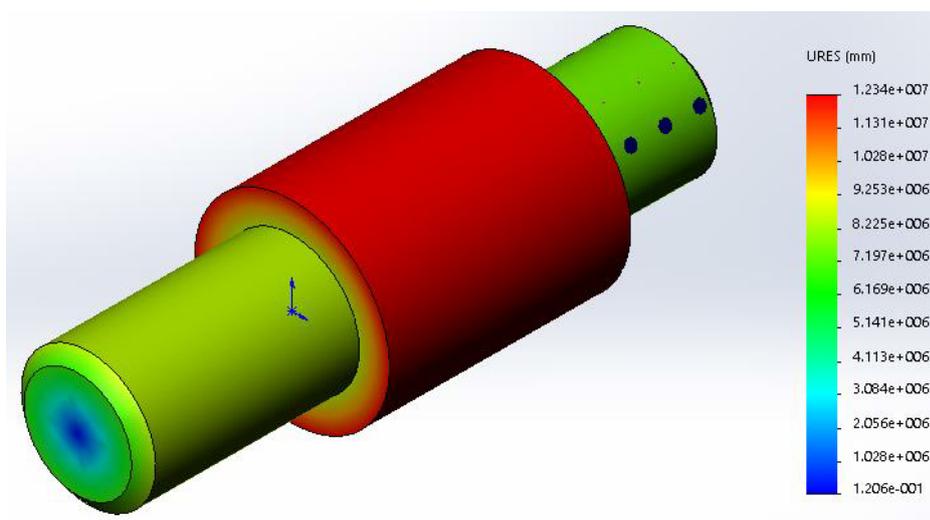


Рисунок 21 – Эпюра перемещении формы

Последней эпюрой, полученной в ходе статического анализа, является эпюра деформации. По эпюре, а также графику значения деформации, можно сказать что, значения, влияющие на вал незначительные.

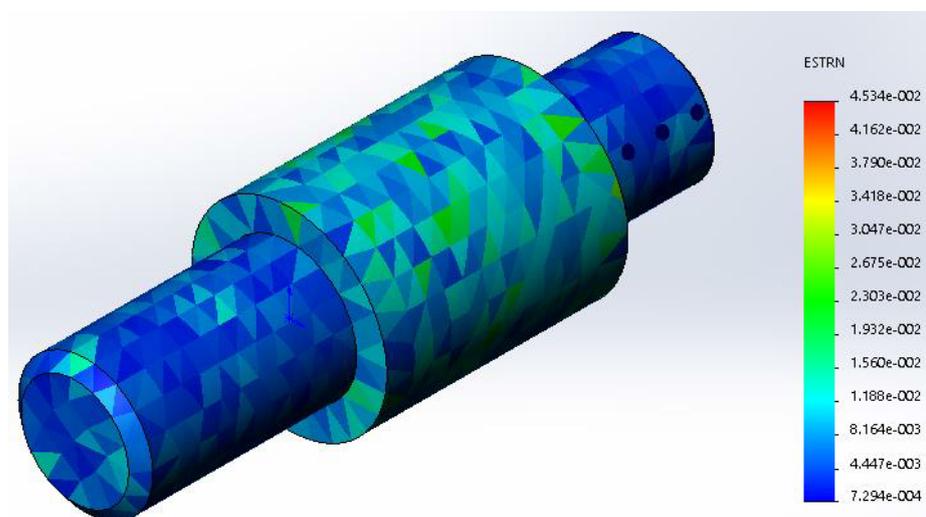


Рисунок 22– Эпюра деформации вала

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной дипломной работе была спроектирована трехмерная модель коробки передач токарного станка. Для этих целей применена система автоматизированного проектирования Autodesk Inventor от одноименной компании Autodesk.

В ходе проектирования трехмерной модели коробки передач токарного станка была доказана эффективность внедрения систем автоматизированного проектирования в производство станкостроения.

Помимо проектирования трехмерной модели коробки передач токарного станка был произведен статический расчет вала в программе Solid Works, а также получены эпюры крутящего момента, угла кручения, напряжения и усталостной прочности.

Данная дипломная работа является подтверждением тому, что внедрение САПР в машиностроительную отрасль играет огромную роль не только в производстве, но также для всей индустрии и экономики страны в целом.