

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

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

Институт промышленной автоматизации и цифровизации им. А. Буркитбаева

Кафедра «Индустриальная инженерия»

Выполнил: Мерглиев Адилет Адильбекулы

“Проектирование станочного приспособления для корпусных деталей.”

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Специальность 5В071200 – Машиностроение

Алматы 2020

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет

имени К.И. Сатпаева

Институт промышленной автоматизации и цифровизации им. А. Буркитбаева

Кафедра «Индустриальная инженерия»

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**

Зав. кафедрой

«Индустриальная инженерия»

Доктор PhD.

\_\_\_\_\_ Арымбеков

Б.С.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

На тему: «Проектирование станочного приспособления для корпусных  
деталей.»

по специальности 5В71200 – Машиностроение

Выполнил

Мерглиев Адилет Адильбекұлы

Рецензент

\_\_\_\_\_

Ф.И.О.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Научный руководитель

Профессор

\_\_\_\_\_ Орлова Е.П.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Алматы 2020

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И. Сатпаева

Институт промышленной автоматизации и цифровизации им. А. Буркитбаева

Кафедра «Индустриальная инженерия»

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**

Зав. кафедрой  
«Индустриальная инженерия»

Доктор PhD.

\_\_\_\_\_ Арымбеков  
Б.С.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение дипломной работы**

Обучающемуся *Мерглиев Адилет Адильбекұлы*

Тема: *«Проектирование станочного приспособления для корпусных деталей.»*

Утверждена приказом *Ректора Университета №762-б от «27» января 2020 г.*

Срок сдачи законченной работы « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Исходные данные к дипломной работе:

1. Анализ эксплуатации видов станков
2. Выбор протатипа

Краткое содержание дипломной работы:

- а) общие сведения о станках*
- б) графические материалы*
- в) расчет нормирования*

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): *эскизы станков.*

Рекомендуемая основная литература:

1. Якуб Яворик, Михал Станек, «Оптимизация формы мембран пневматических клапанов» 13-я Международная конференция WSEAS по автоматическому управлению, моделированию и симуляции, Лансароте, Испания, 2011.

2. Akin Cellatoglu и Balasubramanian Karuppanan, «Вибрирующий консольный преобразователь, встроенный в структуру с двумя диафрагмами для измерения дифференциального пневматического давления», Международный журнал по мягким вычислениям (IJSC), том 2, № 4, ноябрь 2011 г.

3. Сенкус, Э. Йотаутиене, «Исследование виброакустических свойств современного токарного цангового патрона» Университет Александра Стульгинскиса, Университет 10, LT-53361, Академия, Кауно, Литва (получено 00 сентября 2012 г., принято 00 сентября 2012 г.).



## ГРАФИК

### Подготовки дипломной работы (проекта)

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Введение Общие сведения о шкивах		
Проектирование и составление маршрута технологического процесса изготовления шкива		

### Подписи

Консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу (проект) с указанием относящихся к ним разделов работы(проекта)

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч.степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Основная часть	Орлова Е.П., профессор		
Нормоконтролер	Орлова Е.П., профессор		

Научный руководитель

\_\_\_\_\_

Орлова Е.П.

Задание принял к исполнению обучающийся

\_\_\_\_\_

Мергалиев А.А.

Дата

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020г.

## АҢДАТУ

Зерттеу нысаны - КСБ станоктары.

Зерттеу нысаны - КСБ жұмыс станогының стилін жасау.

Бұл жобаның мақсаты - жоба негізінде сыныпта пайдалану үшін КСБ жұмыс столының стилін жасау, содан кейін дизайнның функционалдығын растайтын прототип жасау. Станокты итерациялау машинаны оқу құралы ретінде пайдалану үшін қол жетімді және сенімді ету үшін оның құнын, мөлшерін, салмағын және күрделілігін тиімді төмендетеді. Алдыңғы станоктардың элементтері басқа жетілдірулермен бірге жаңа дизайнға біріктірілген. Түпнұсқа 14 «x 20» ізі 9,5 «x 15» -ке азайтылады, жетектерді қайта конфигурациялау және шпиндельді қозғалтқышты бас корпусына біріктіру арқылы жүзеге асырылады. Шпиндельді мойынтіректің конфигурациясын жаңарту бөлшектердің санын және олардың күрделілігін азайтады. Жинау кезінде өңдеуді жеңілдету үшін шпиндельдің иілуіне қатаң аялдамалар қосылады. Пайдалану кезінде станокты таза ұстау үшін саңылаулар қақпағы қосылды.

## АННОТАЦИЯ

Объектом исследования является токарный станок с ЧПУ.

Субъектом исследования является разработка конструкции настольного токарного станка с ЧПУ.

Целью этого проекта является разработка конструкции настольного токарного станка с ЧПУ для использования в классе, основанном на проекте, а затем изготовление прототипа для подтверждения функциональности конструкции. Эта итерация токарного станка эффективно снижает стоимость, размер, вес и сложность станка, чтобы сделать станок более доступным и надежным для использования в качестве инструмента обучения. Элементы из предыдущих токарных станков интегрированы в новый дизайн вместе с другими улучшениями. Исходная занимаемая площадь 14 "x20" уменьшается до 9,5 "x 15" путем перенастройки исполнительных механизмов и интеграции двигателя шпинделя в переднюю бабку. Модернизация конфигурации подшипников ходового винта уменьшает количество деталей и их сложность. Жесткие упоры добавлены к изгибу ходового винта, чтобы облегчить обращение с ним во время сборки. Для сохранения чистоты токарного станка во время использования добавлена сильфонная крышка.



## ANNOTATION

The object of study is a CNC lathe.

The subject of research is the development of the design of a CNC desktop lathe.

The aim of this project is to develop the design of a CNC desktop lathe for use in a class based on the project, and then manufacture a prototype to confirm the functionality of the design. This iteration of the lathe effectively reduces the cost, size, weight and complexity of the machine in order to make the machine more affordable and reliable for use as a training tool. Elements from previous lathes are integrated into the new design along with other improvements. The original 14 "x20" footprint is reduced to 9.5 "x 15" by reconfiguring the actuators and integrating the spindle motor into the headstock. Upgrading the spindle bearing configuration reduces the number of parts and their complexity. Rigid stops are added to the bend of the spindle to facilitate handling during assembly. To keep the lathe clean during use, a bellows cover has been added.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	10
1 НАСТОЛЬНЫЙ ТОКАРНЫЙ СТАНОК.....	12
1.1 Основные понятия.....	12
1.2 Начальный процесс редизайна.....	13
2 ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРОТОТИПА .....	30
2.1 Изготовленные части .....	30
2.2 Тестирование прототипа.....	32
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	35
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	36
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	38

## ВВЕДЕНИЕ

Объектом исследования является токарный станок с ЧПУ.

Субъектом исследования является разработка конструкции настольного токарного станка с ЧПУ.

Целью этого проекта является разработка конструкции настольного токарного станка с ЧПУ для использования в классе, основанном на проекте, а затем изготовление прототипа для подтверждения функциональности конструкции.

Работа токарного станка - важный, но часто упускаемый из виду элемент эффективного производства. Однако неправильная методология удержания работы может потенциально снизить эффективность и качество работы патрона, а также создать угрозу безопасности. Сегодня стандартные трехкулачковые силовые патроны остаются продуктом выбора для использования в большинстве токарных применений. Но есть много применений, в которых магазинам было бы полезно рассмотреть патрон, специально предназначенный для этой работы. Выбор лучшего рабочего может стать проблемой для многих магазинов. Хотя менеджеры по производству или инженеры могут заподозрить, что для этой работы лучше подходит работник, немногие считают, что у них есть внутренние ресурсы для тщательного изучения «нестандартных» альтернатив. С бережливой производственной средой, которая стала обычной практикой сегодня; немногие компании считают, что могут позволить себе удерживать в штате специалиста по работе, и поэтому преобладают стандартные решения по работе, даже если многие процессы обработки могут быть значительно улучшены с помощью патронов, более подходящих для работы под рукой. Что должны понимать руководители процессов металлообработки? Однако, поиск лучших альтернатив не так сложен или дорог, как они могут подозревать. Сегодня производители предлагают широкий ассортимент стандартных специальных патронов, которые могут решить многие типичные проблемы, с которыми сталкиваются магазины. И многие из этих моделей могут быть дополнительно адаптированы к приложению с относительно небольшими (с точки зрения изготовителя) изменениями стандартного дизайна. Кроме того, магазины могут помочь преодолеть разрыв в знаниях, опираясь на опыт тех, кто каждый день работает с работой. Многие поставщики патронов могут и хотят помочь магазинам выбрать, какие из этих стандартных специальных патронов лучше всего подходят для любого конкретного применения. С развитием технологии режущего инструмента станки должны иметь сверхвысокие скорости, чтобы оптимально использовать меняющуюся технологию. Чтобы соответствовать этому веку высоких скоростей, удерживающие детали для вращающихся машин требуют высокой мощности захвата даже при высоких скоростях резания. Поскольку большинство механизированных патронов, имеющих в конструкции скользящие детали, точность и постоянство патронов сомнительны при операциях обработки и в

различных динамических условиях. С учетом вышесказанного предполагается, что патрон имеет хорошую точность и постоянство, а также другие желательные качества для работы в максимальных условиях эксплуатации. В большинстве автомобильных токарных станков / токарных станков с ЧПУ патроны работают на пневматическом приводе для удержания работы. Конструкция выполнена для стандартного размера патрона 6” диам. приводятся в действие пневматическим приводом. Существуют две основные системы приведения в действие челюсти: система «клин или гильза» и система «рычага», на основе которых разработано так много зажимных патронов при работе. Цель этого проекта состояла в том, чтобы разработать дизайн этого настольного токарного станка с ЧПУ, сделав его менее дорогим, простым в сборке и более точным. Для этого элементы как метрологического токарного станка, так и предыдущего токарного станка с ЧПУ интегрированы в новый дизайн вместе с другими улучшениями.

# 1 НАСТОЛЬНЫЙ ТОКАРНЫЙ СТАНОК

## 1.1 Основные понятия

Из этих десятков компонентов наиболее сложными для поставки являются штоковый узел, хвостовой шток, конструкционная труба и система ходовых винтов, а также каретка. Эти четыре части составляют основные конструктивные элементы токарного станка и взаимодействуют со многими индивидуально разработанными деталями, которые производят учащиеся. Поскольку учащиеся могут проектировать свои детали для взаимодействия с этими компонентами, очень важно, чтобы все монтажные размеры, зазоры и элементы были доставлены в соответствии с указаниями. Из-за бюджетных ограничений также важно, чтобы эти компоненты были эффективно изготовлены с точки зрения материалов, процессов и труда.

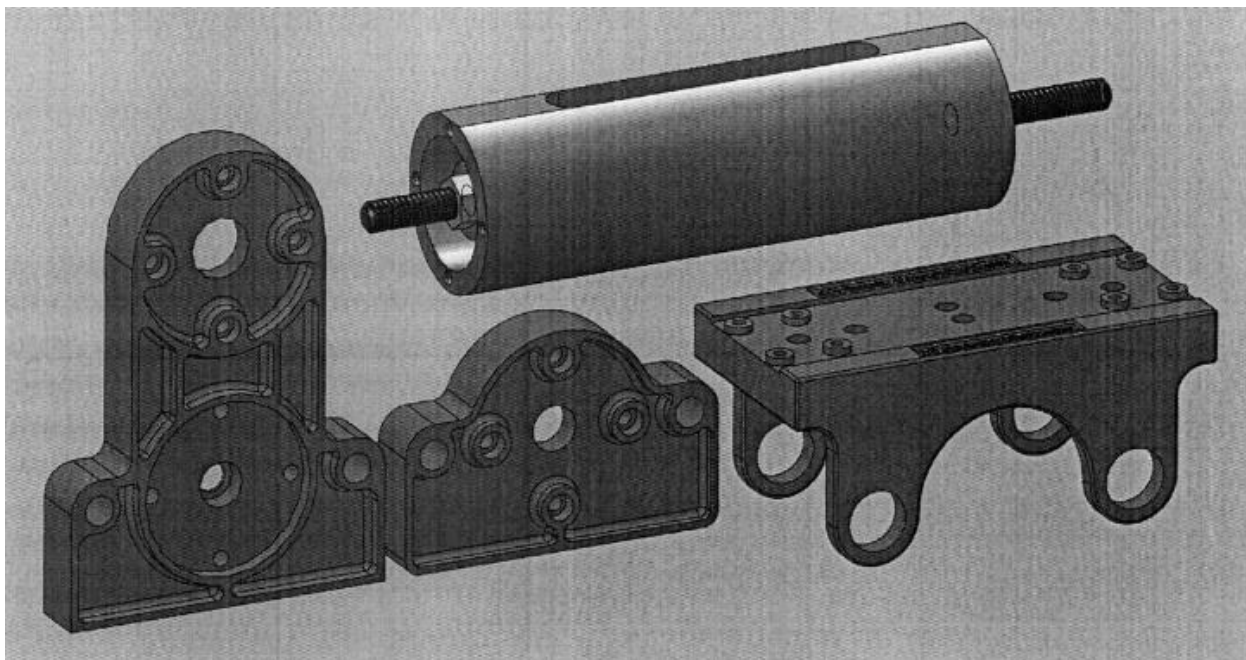


Рисунок 1.1 - четыре основных компонента

Эти четыре части составляют основные конструктивные элементы токарного станка и взаимодействуют со многими индивидуально разработанными деталями, которые производят учащиеся. Поскольку учащиеся могут проектировать свои детали для взаимодействия с этими компонентами, очень важно, чтобы все монтажные размеры, зазоры и элементы были доставлены в соответствии с указаниями. Из-за бюджетных ограничений также важно, чтобы эти компоненты были эффективно изготовлены с точки зрения материалов, процессов и труда.

Запасы для головы и хвоста служат основными опорами, которые закрывают концы токарного станка. Основания этих частей функционируют как ножки токарного станка. Шток головки служит для жесткого соединения корпуса шпинделя с конструкционной трубой и направляющими каретки и для

удержания этих компонентов на одной плоскости с любой плоской поверхностью, на которую опирается токарный станок. Хвостовая опора жестко соединяет противоположный конец трубы конструкции и направляющих каретки, а также удерживает эти компоненты на одной линии. Конструкционная труба обеспечивает основную жесткую опору между головкой и хвостовой частью. Он также содержит ходовой винт, который управляет Z-ходом каретки токарного станка. Субкомпоненты конструкции трубы в сборе ограничивают движение ходового винта, чтобы предотвратить его вращение, чтобы обеспечить перемещение каретки. Каретка поддерживает изгиб поперечной подачи и держатель инструмента и скользит по направляющим каретки с помощью бронзовых втулок, Он также соединен с ходовым винтом внутри конструкционной трубы изгибом ходового винта. Каретка должна жестко пропускать силы резания инструмента через направляющие и в головку и хвостовую часть.

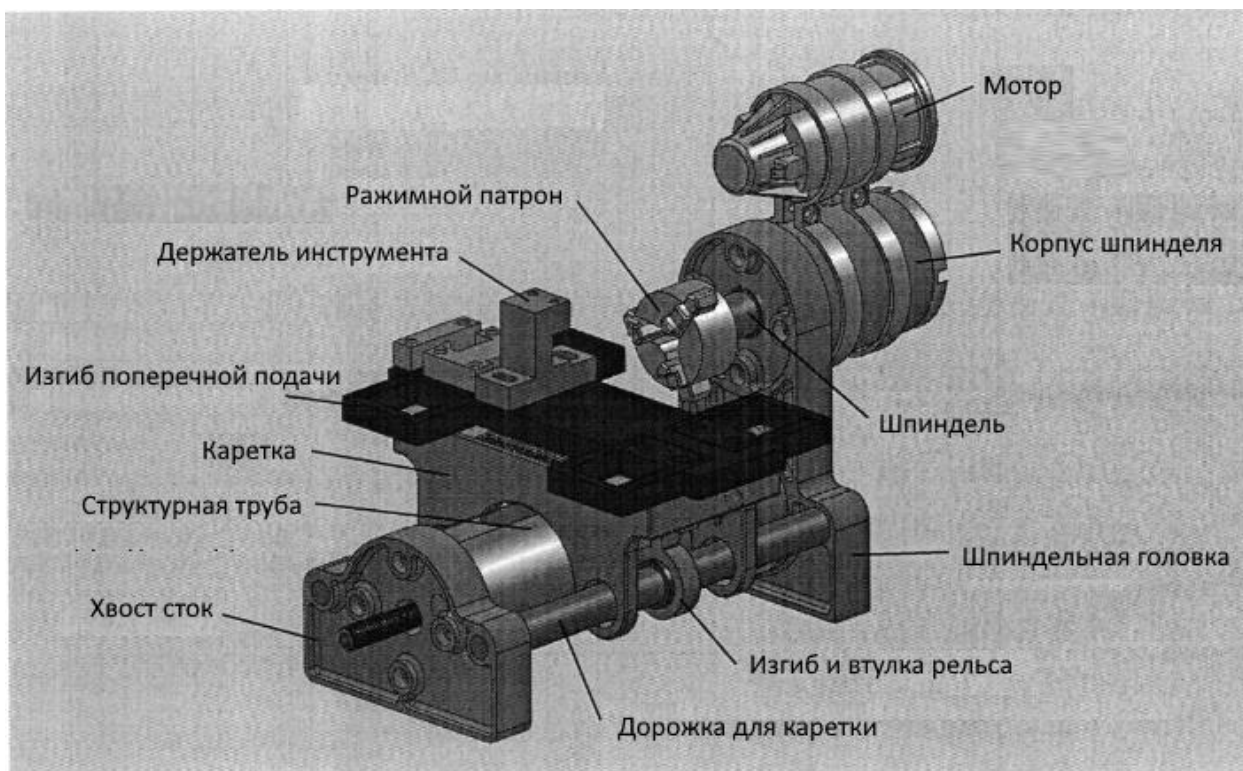


Рисунок 1.2. - аннотированная изометрия решетки

## 1.2 Начальный процесс редизайна

Благодаря снижению затрат на изготовление каждого токарного станка, проект становится более доступным для более широкого диапазона бюджетов классов и, следовательно, для более широкого круга учащихся. Это достигается как за счет того, что классы с более низким бюджетом могут выполнять проект, так и за счет сокращения числа учащихся в каждом классе. Затем большему количеству учащихся предоставляется возможность

поработать над различными аспектами каждой ленточной машины, чтобы получить опыт проектирования различных типов деталей. Повышение прочности и простоты изготовления токарного станка также повышает образовательный опыт за счет сокращения усилий, необходимых для создания деталей, не разработанных учеником. , Студент может сосредоточиться на разработке и изготовлении частей его или ее собственного дизайна, областей с более образовательной ценностью в этом типе проекта. Сокращая время и усилия, необходимые для изготовления станка, можно уделять больше учебного времени другим учебным процессам, таким как тестирование, а также сократить необходимые сроки для проекта такого масштаба. Остальная часть токарного станка также становится еще одним примером хорошего дизайна, который студент может использовать для своих собственных конструкций. Упрощение изготовления и сборки станка также позволяет учащимся с более широким опытом и навыками обработки создавать точный и надежный станок. , Уменьшая погрешность, присущую остальной части токарного станка, ошибки от деталей, разработанных учеником, становятся более значимыми и легче учиться. Более надежная машина поможет минимизировать ошибки при длительном использовании, а также иметь другие преимущества. Надежная конструкция более щадящая во время изготовления и сборки, а также безопаснее и надежнее даже при наличии нескольких сборок и разборок, которые может сделать студент.

При разработке следующей версии настольного токарного станка с ЧПУ основное внимание уделяется нескольким областям: привод, ходовой винт и конфигурации каретки. Именно в этих областях можно добиться наибольшего улучшения.

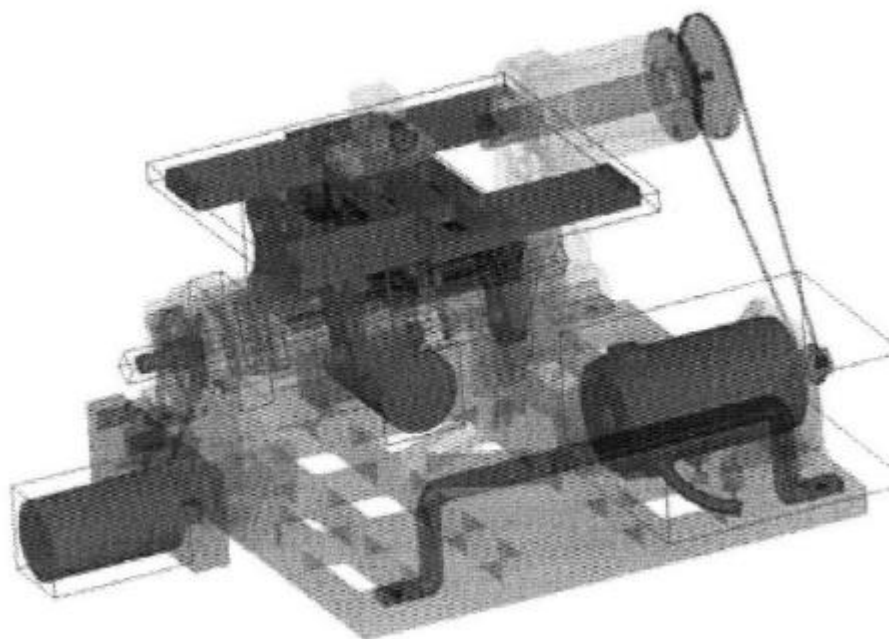


Рисунок 1.3 - Области для перепроектирования: привод, ходовой винт и конфигурации каретки

Текущая конфигурация двигателя использует много дополнительного материала для монтажа двигателей, что значительно увеличивает стоимость, время изготовления и занимаемую площадь токарного станка. Для установки двигателя шпинделя на заданное расстояние от шпинделя токарная головка и задние бабки сначала эпоксидируются в алюминиевые блоки для увеличения его высоты. Эта дополнительная высота создает достаточный зазор для привода поперечной подачи для установки под токарным станком. Головка и задняя бабка затем кинематически соединяются и крепятся болтами к 14-дюймовой квадратной пластине из 1-дюймового алюминия. Однако, эта пластина не только тяжелая, даже когда вода превращается в ее перепончатую форму, большая часть пространства, определяемого ее площадью, даже не используется платформой. Хотя двигатель поперечной подачи приятно заправлен под каретку, ведущий винтовой привод торчит конец токарного станка, добавляя еще четыре дюйма к общей длине машины. Большая часть этой конфигурации может быть уплотнена и интегрирована в остальную часть токарного станка. Виброизолирующие опоры для двигателя также являются основным источником ошибок в машине. Несмотря на стойкость к прямым усилиям, опоры были очень совместимы с усилиями сдвига и скручивания, позволяя ремню шпинделя пропускать во время резки. Те же самые крепления также используются на двигателях с ходовым винтом и поперечной подачей, добавляя к ошибкам во время резки с ЧПУ слишком жесткую конструкцию. Конструкция ведущего винта, используемая на токарном станке с ЧПУ, также может быть преобразована в более простую форму. Поскольку внутренний диаметр конструктивная труба слишком велика для непосредственного монтажа свинцовых резьбовых соединений, используется конфигурация труба в трубе. Отрезок трубки меньшего размера для удержания седла подшипника и предварительной нагрузки на ведущий винт эпоксидно закреплен внутри трубки большего размера или прикреплен с обеих сторон дополнительными алюминиевыми колпачками. Преимущества этой конфигурации включают в себя то, что сборка ходового винта представляет собой подвижный модуль, который можно предварительно собрать и затем вставить в остальную часть токарного станка, а свинцовый винт поддерживается в его ближайших точках, что делает его более жестким элементом. Однако добавленная сложность и количество деталей, используемые в этой конфигурации, не окупаются. Другие конфигурации дают сравнимые эффекты при гораздо меньших затратах. Также можно улучшить каретку токарного станка. Большой алюминиевый изгиб не оптимизирован для глубины резки, с которой будет работать токарный станок, и он скользит по алюминиевой поверхности каретки. Этот алюминиевый скользящий контакт с алюминием способствует склеиванию микросварки и его следует по возможности избегать.

Наиболее очевидным изменением настольного токарного станка с ЧПУ является конфигурация исполнительных механизмов и удаление основания. Дополнительное автономное крепление для главного двигателя, приводящего



в движение шпиндель, интегрировано в переднюю бабку, чтобы полностью исключить необходимость в большом однодюймовом алюминиевом основании. Снятие этого основания значительно снижает общий вес и стоимость токарного станка, так как лист такого размера, даже с выточенными отверстиями, очень тяжелый и дорогой. Помимо уменьшения количества деталей, он также приближает двигатель к центру токарного станка, а также к оси, на которой он работает. В этом положении токарный станок более устойчив, и погрешность от растягивающего ремня также уменьшается.

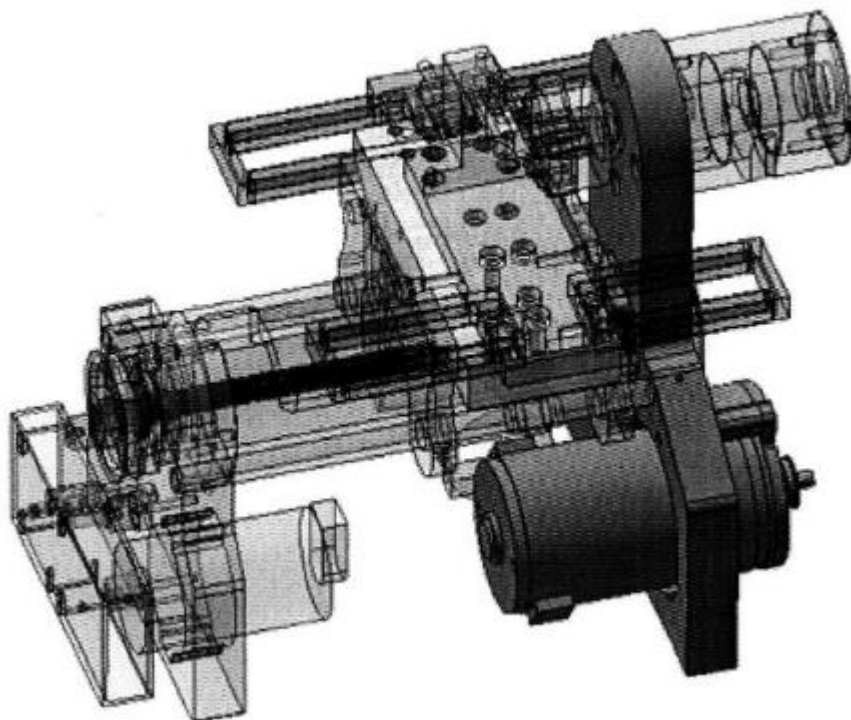


Рисунок 1.4 - Главный привод монтируется непосредственно на передней бабке.

Чтобы интегрировать двигатель таким образом, необходимо внести пару изменений в переднюю бабку. Дополнительное основание для кинематической муфты удаляется, а передняя бабка выдвигается для компенсации потери высоты, необходимой для установки двигателя поперечной подачи под каретку. База также позволяет полностью окружить двигатель; прорезь также вырезана из передней бабки, чтобы двигатель мог проходить через нее. В то время как большая часть двигателя находится между головкой и задней бабкой, приводной вал все еще торчит вперед, приводя в движение шпиндель. Несмотря на то, что отверстия для резьбового отверстия с резьбой, используемые для обеспечения безопасности, рельсы никогда не могут быть просверлены сверху, так как крепление шпинделя бабки попадает на путь сверла, с более широким основанием сверления со стороны также больше не было возможности. Вместо этого углы передней бабки обрезаются по касательной к пазам рельса, чтобы обеспечить хорошую плоскую

поверхность для сверления. Две детали, используемые для крепления двигателя к передней бабке, подвергаются водоструйной обработке из листов алюминия без какой-либо последующей обработки, что делает массовое изготовление быстро и просто. Вырез также вырезан из корпуса шпинделя, чтобы приводной ремень проскальзывал между подшипниками, и ремень расположен в канавке, повернутой непосредственно на вал шпинделя. Ведущий винтовой привод на другом конце токарного станка подвергается аналогичной обработке. Уменьшить размер токарного станка; щель вырезана из расширенной задней бабки, и двигатель установлен через. Это не только уменьшает занимаемую площадь токарного станка на пару дюймов при одновременном повышении устойчивости, но также централизует датчики и силовые провода для всех трех приводов в одном месте за токарным станком, создавая более аккуратную установку. Провода больше не выходят из трех сторон токарного станка на пути к блоку управления.

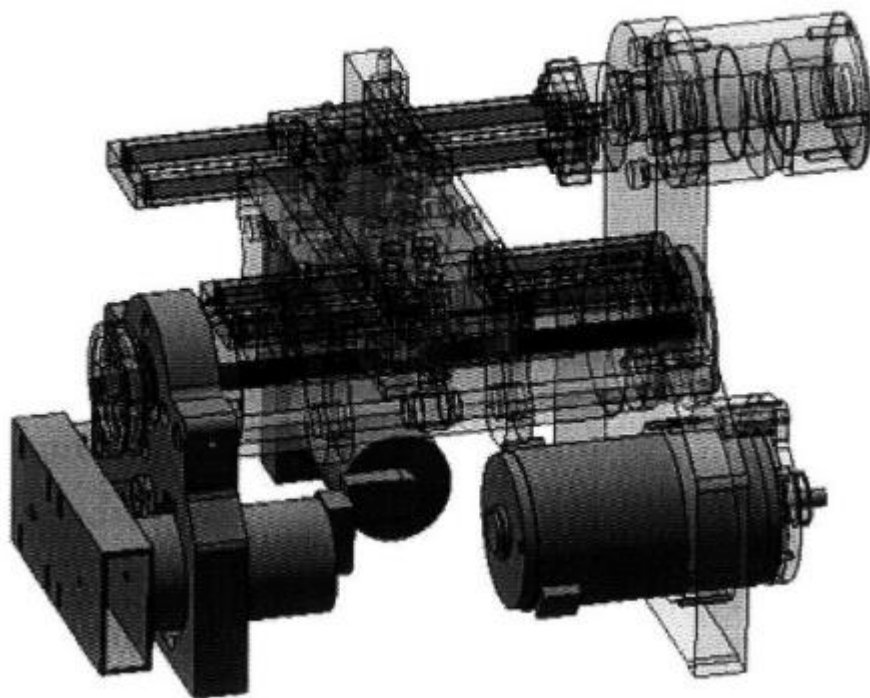


Рисунок 1.5 - Ориентация привода ходового винта переворачивается для уменьшения размера и централизации концов всех трех приводов.

Конфигурация подшипника ведущего винта полностью изменена, чтобы удалить установку "труба в трубе", используемую на токарном станке с ЧПУ, что значительно снижает количество деталей и сложность. Вместо этого головной шток и хвостовые части штока модифицируются, чтобы создать полку для крепления гнезд подшипников.

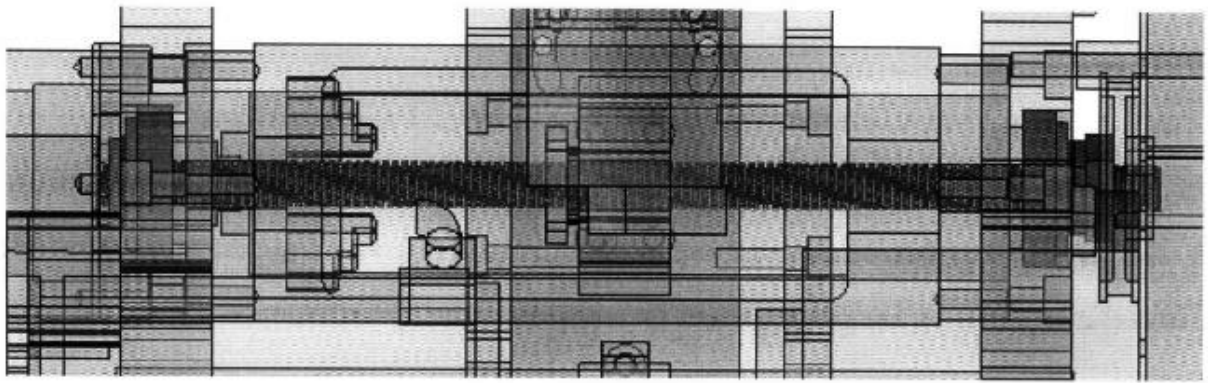


Рисунок 1.6- Установка подшипника ходового винта.

Компромисс здесь заключается в том, что узлы трубчатых и ходовых винтов не являются свободно стоящими узлами, которые могут быть вставлены в центр токарного станка; Передняя бабка, задняя опора, центральная труба и узлы ходового винта должны быть собраны одновременно. Хотя это немного сложнее при сборке в первый раз, главная проблема такой настройки заключается в том, что необходимо выполнить регулировки для предварительной загрузки ходового винта. Снятие концевой крышки обычно означало демонтаж цельной пластины, так как те же болты использовались для крепления трубки и концевой крышки к передней бабке. Чтобы этого не случилось, еще один набор отверстий под болты добавлен вокруг свинцового винта на передней опоре. Этот комплект позволяет снимать торцевую крышку без необходимости ослаблять все структурные болты, удерживающие токарный станок. Посадочные места подшипников ходового винта также обрезаются на такую глубину, чтобы гайка предварительной загрузки находилась снаружи поверхности головки и хвостовой части. акций. Это значительно облегчает захват их с помощью инструментов для затяжки, чем необходимость зажимать гайки внутри головного и хвостового карманов.

Несколько изменений в изгибе ходового винта облегчают изготовление и повышают надежность. Основанный на метрологической конструкции токарного станка, этот изгиб разработан таким образом, чтобы быть максимально компактным при сохранении необходимого диапазона движения. Чтобы облегчить изготовление этой детали, резьбовые монтажные отверстия в верхней части простираются вниз в следующий слой, так что стандартные метки могут доходить достаточно далеко. Поиск метчика с заземленным концом больше не требуется. Как токарный станок, разработанный для классной комнаты, сборка, разборка и повторная сборка относительно распространены. Тем не менее, оригинальный дизайн изгиба не был разработан для этой повторяющейся внешней манипуляции, был относительно хрупким, и самая распространенная часть, чтобы сломаться. Чтобы предотвратить это, жесткие упоры добавляются под верхним поворотным изгибом. Достаточно места для того, чтобы изгиб по-прежнему изолировал вращательные силы на поперечной каретке, но изгиб

останавливается жесткими упорами перед пластической деформацией, что значительно увеличивает его срок службы, когда он не защищен под кареткой от любопытных пальцев.

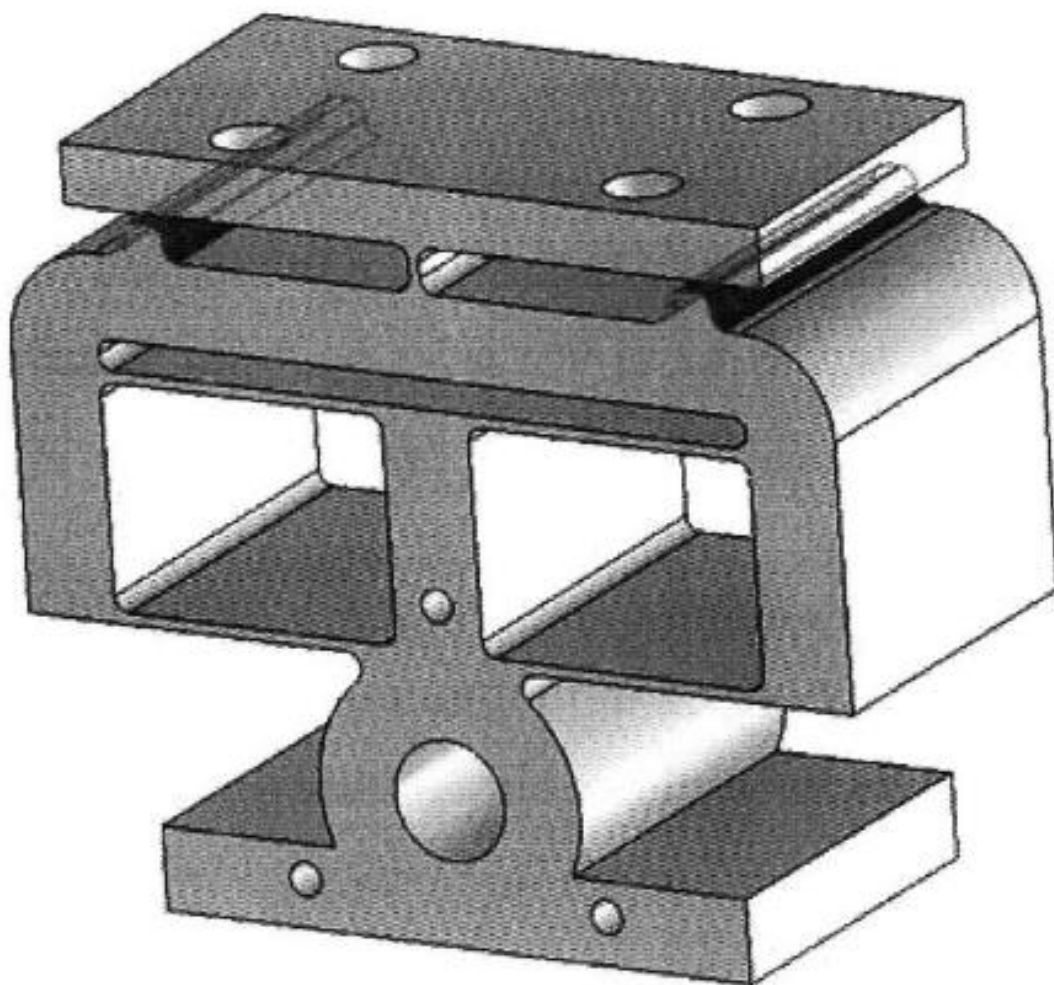


Рисунок 1.7 - Изгиб ведущего винта с жесткими упорами

Для сборки каретки поперечной подачи элементы из токарных станков обеих студенческих команд объединены вместе. Оптимизированная конструкция изгиба на нейлоновой поверхности каретки от команды метрологии интегрирована с оригинальной сборкой привода ЧПУ. Эта оптимизированная конструкция более компактна, чем оригинальная версия с ЧПУ, и скользит по нейлоновой поверхности, а не поднимается над алюминиевой поверхностью.

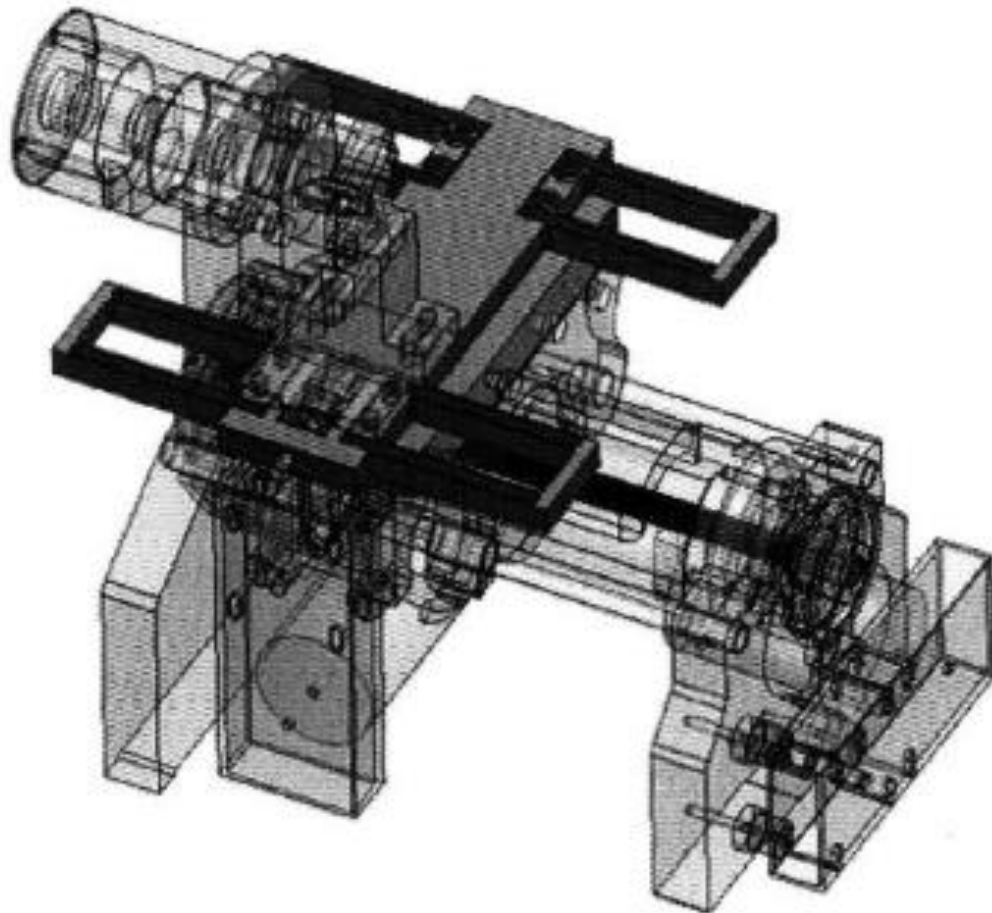


Рисунок 1.8 - Нейлоновая поперечная каретка и изгиб.

Увеличение высоты державки инструмента и заготовки головки между шпинделем и ходовым винтом осуществляется для размещения нового патрона с тремя кулачками над предыдущим цанговым патроном. Этот новый патрон лучше удерживает заготовку, уменьшая количество ошибок в обрабатываемой детали.

Желательно расширить или изменить ассортимент производимых компонентов и разработать новые сменные губки. Конструкция сменных губок для самого пневматического патрона основана на определении формы, размеров и материала компонентов, изготовленных на требуемом токарном станке, а также формы, размеров и свойств пневматического патрона.

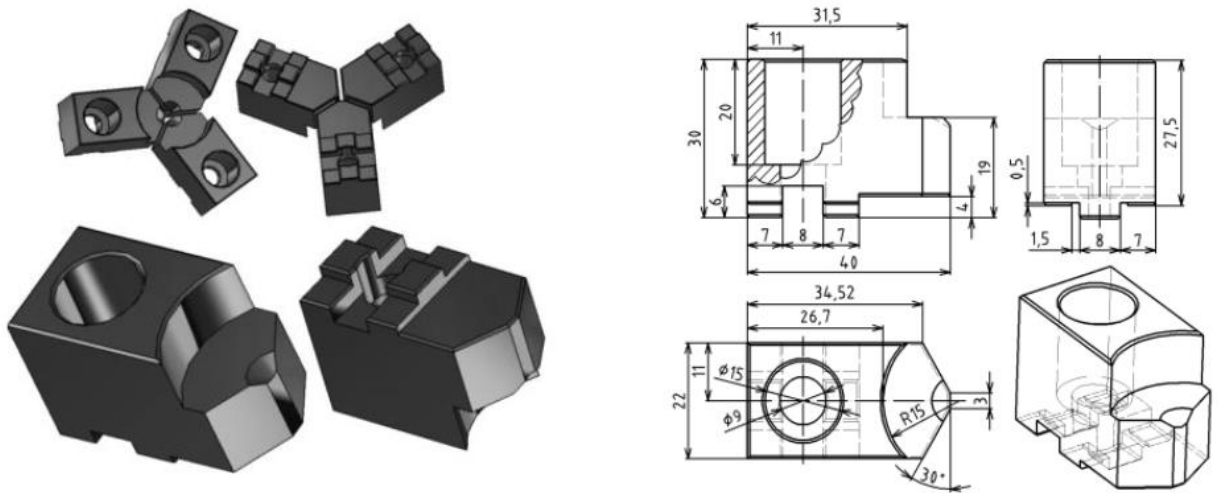


Рисунок 1.9 - Модель и базовый размер существующих основ

Токарный станок с ЧПУ EMCO Concept Turn 105 в настоящее время обрабатывает узкий ассортимент изделий из-за небольшого диапазона зажима пневматического зажимного патрона с 3 кулачками KFD 85/3. Диапазон зажима составляет 3 мм. Челюсти на токарном патроне по форме и размерам ограничены обработкой цельных заготовок. На рис. 1.2.5.1 представлена модель и обзор основных размеров настоящих челюстей. Полуфабрикаты, подлежащие механической обработке, представляют собой сплавы на основе алюминия и латунные прутки диаметром 30 мм. Полуфабрикаты изготавливаются из изделий, создающих компонентную базу. Таким образом, базовая станция состоит из семи компонентов, изготовленных в двух вариантах, причем первый вариант состоит из семи компонентов, изготовленных из сплавов на основе алюминия, а другой - из латуни, рис. 1.2.5.2.

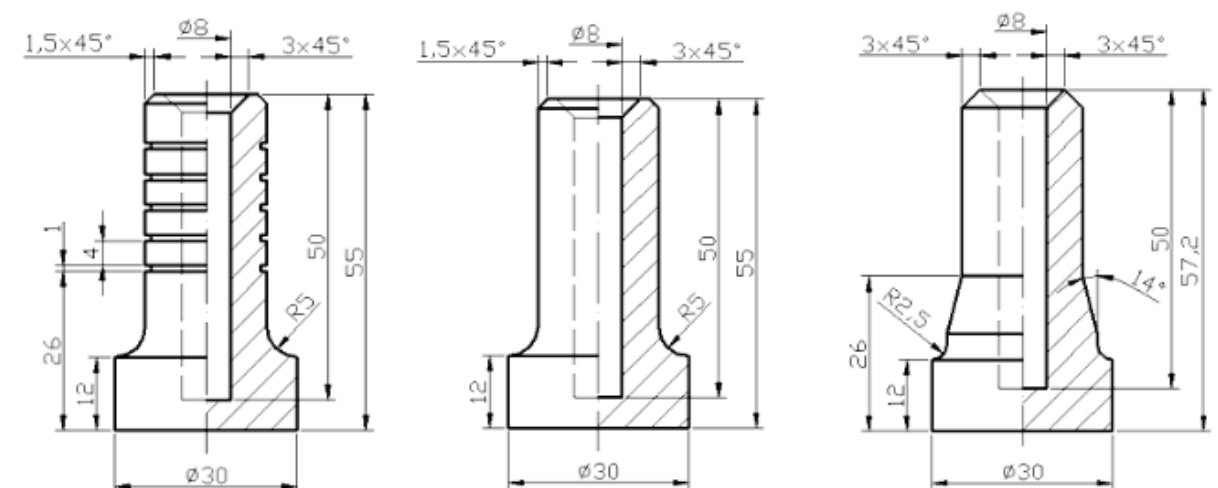


Рисунок 1.10 - Настоящая часть базы

Требуется зажать два разных диаметра инструмента в сменные губки. Конструкция сменных губок для пневматического патрона на токарном станке EMCO Concept Turn 105 CNC состоит из следующих конструктивных условий.

Новая компонентная база показана на рис. 1.2.5.3. Новые губки, предназначенные для изгиба обеих частей, будут рассчитаны на диаметры 35 мм и 20 мм. Указанные диаметры являются начальными условиями при проектировании формы и размера челюстей. С точки зрения дизайна, EMCO Concept Turn 105 способен обрабатывать с максимальным диаметром 75 мм и максимальной длиной 121 мм. Спроектированные детали не превышают граничных размеров, указанных конструкцией токарного станка, что означает, что они могут быть изготовлены.

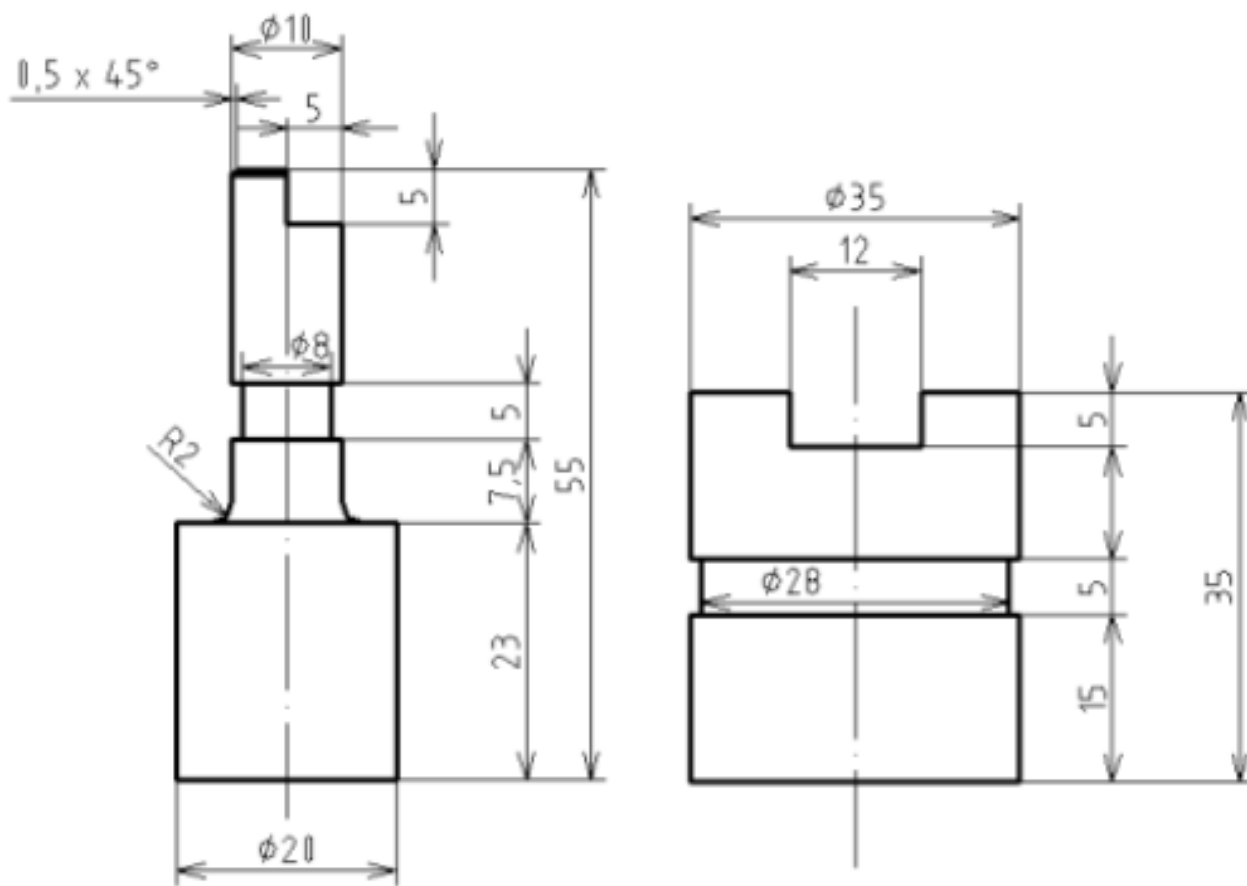


Рисунок 1.11 - Новая часть базы

Материал, из которого будут изготовлены компоненты, влияет на конструкцию материала челюсти. Необходимо, чтобы губки были из материала, который не деформируется после того, как заготовка зажата усилиями зажима и резания. Новые детали будут сделаны из алюминия. Поскольку это относительно мягкий вид материала, с точки зрения его обрабатываемости требования к материалу челюсти невысоки.

Все челюсти изготовлены из материала 16MnCrS5. Исходя из этого, новые челюсти будут выбраны также из того же материала. Таким образом, материалом челюсти будет конструкционная сталь, обозначенная 16MnCrS5. Характеристики конструкционной стали 16MnCrS5 для цементации в соответствии с EN10084 следующие: Низколегированная нержавеющая сталь, марганец-хромовая сталь для цементации [2].

Форма и размеры пневматического патрона (рис. 1.2.5.4 и 1.2.5.5), к которому крепятся губки, являются еще одним начальным условием для формы и размеров недавно разработанных губок. Размеры, показанные на рис. 4 и 5, взяты из каталога, предоставленного производителем патрона RÖHM. Указанные размеры также должны быть сохранены на зажимной поверхности недавно разработанных кулачков, чтобы при зажиме зажимы точно прилегали к зажимному патрону. Зажим губок на патроне токарного станка осуществляется с помощью болта с резьбой M8x20, DIN 912 8,8 с цилиндрической головкой.

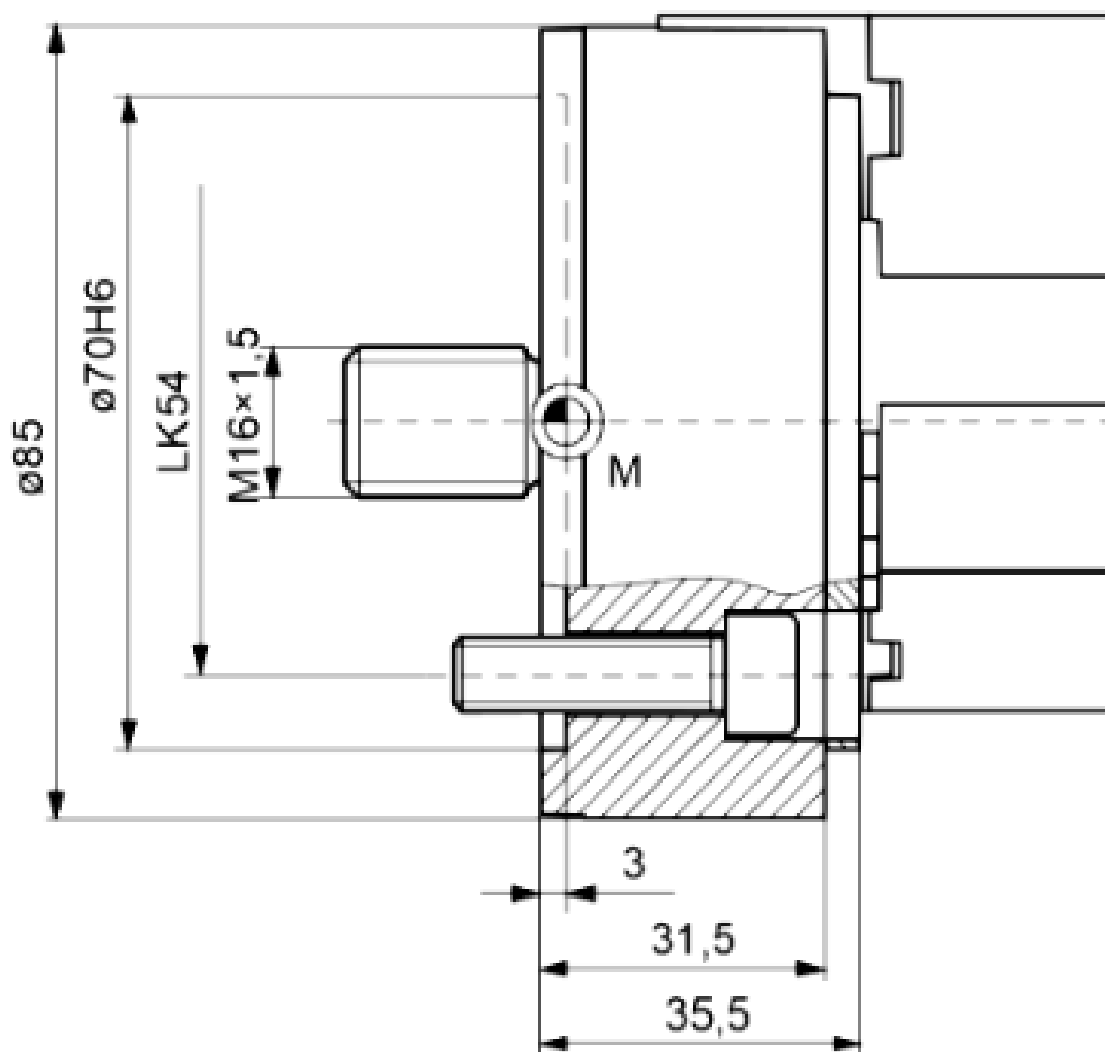


Рисунок 1.12 - Размеры пневматического патрона [1]



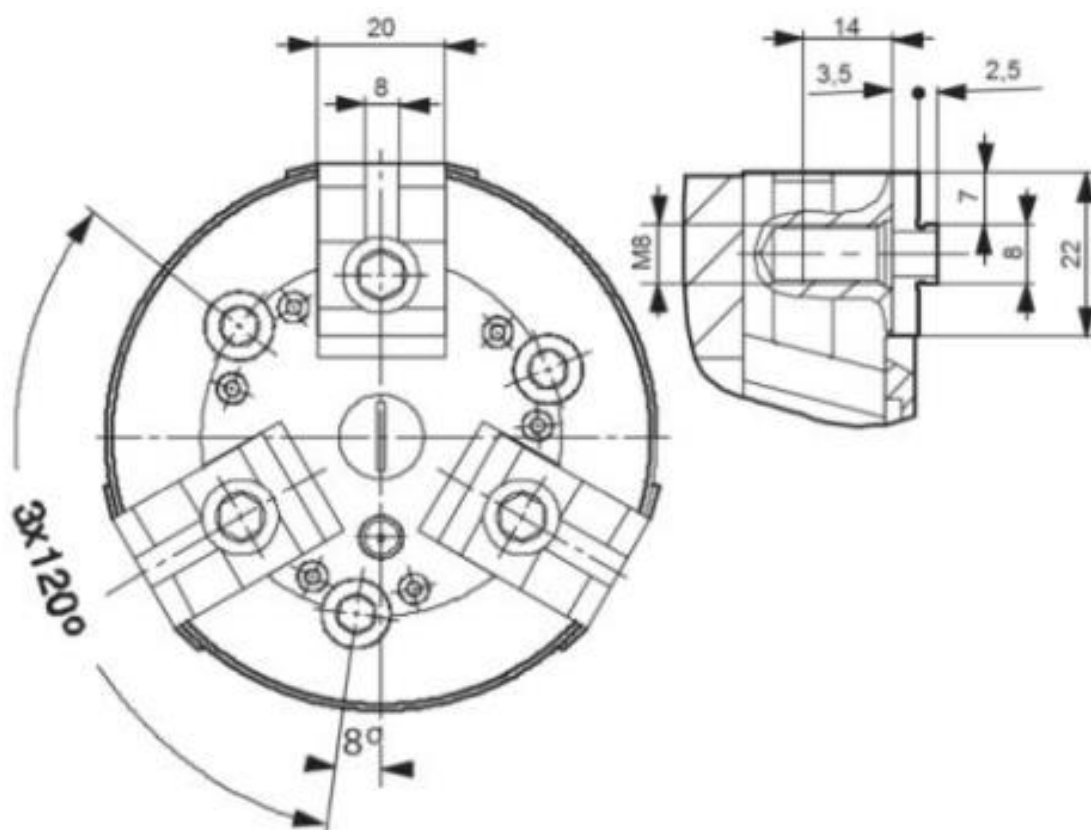


Рисунок 1.13 - Размеры детали 3 - пневматический патрон с кулачками с маркировкой KFD85 / 3, к которым зажимаются зажимы [1]

Форма сконструированных кулачков должна обеспечивать основные функции выравнивания и зажима. Челюсти должны быть изготовлены с достаточной точностью, так как они должны быть равномерно сбалансированы на высоких скоростях шпинделя (макс. 4500 об / мин), а также должны быть как можно меньше. Другим фактором, влияющим на конструкцию губок, является усилие зажима и давление зажима. Усилие зажима регулируется путем регулировки давления с помощью пневматического клапана. Минимальное зажимное давление составляет 0,2 МПа, а максимальное - 0,6 МПа. Давление зажима для алюминия рекомендуется от 0,3 до 0,4 МПа. Усилие зажима патрона также влияет на жесткость челюстей. Жесткость губок должна быть такой, чтобы она могла выдерживать внешние нагрузки. Усилие зажима должно рассчитываться для заготовки, зажатой в тройном патроне. Усилие зажима  $F_u$  определяется из условия моментов равновесия сил трения  $M_t$  между губками и заготовкой и момента основной составляющей силы резания  $M_c$ :

$$M_t \geq M_c \quad (1)$$

после замены

$$i \cdot F_t \cdot \frac{D}{2} \geq F_c \cdot \frac{D}{2} \quad (2)$$

Где:  $i$ – количество челюстей [шт.]  $F_t$ – трение между челюстями и заготовкой [Н]  $D$ – диаметр заготовки [мм]  $F_c$ – сила основного компонента силы резания [Н] Силы, действующие на заготовку, зажатую в 3-кулачковый патрон схематично изображен на рис. 1.2.5.6

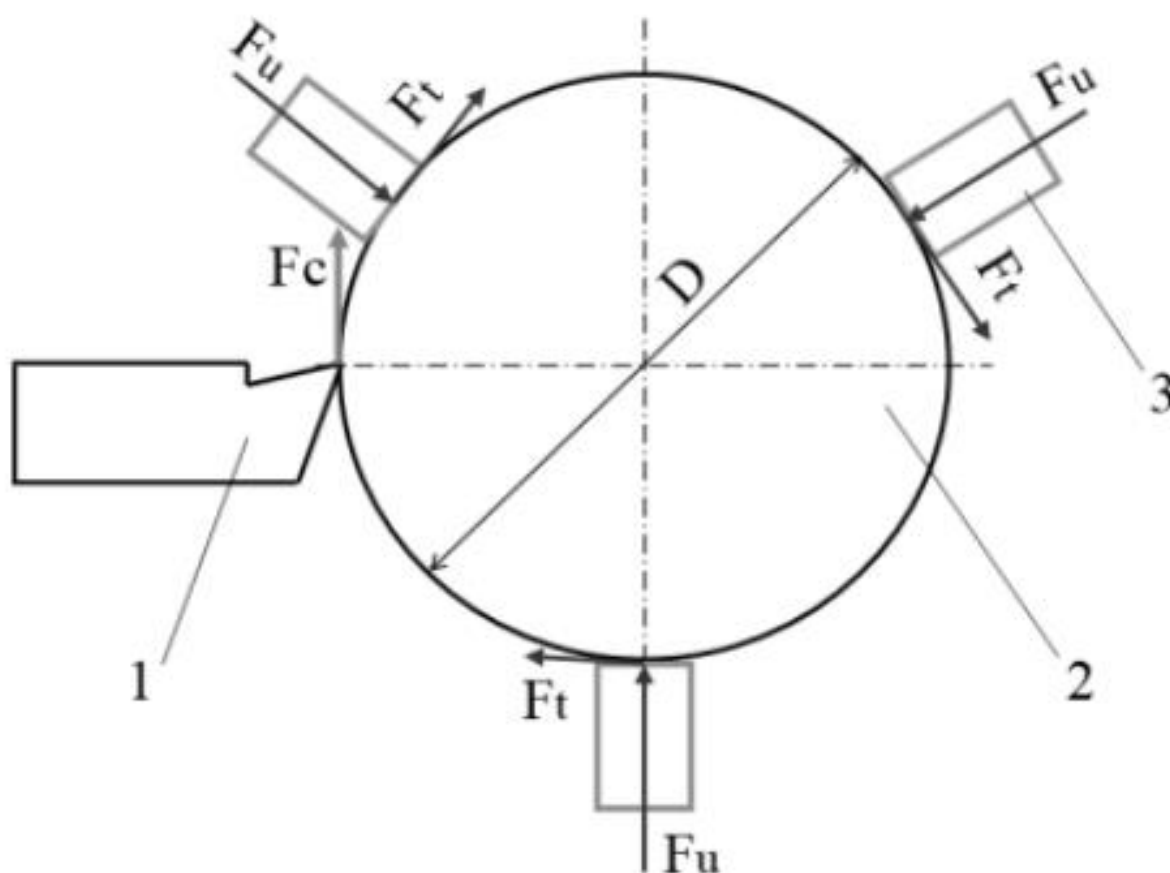


Рисунок 1.14 - Усилие, действующее на заготовку, зажатую в зажимном патроне с 3 кулачками 1 - режущий инструмент, 2 - заготовка, 3 кулачка [5]

Из физического состояния для трения сдвига:

$$F_t = F_u \cdot f_t \quad (3)$$

Где:  $f_t$ – коэффициент трения [-] При расчете усилия зажима необходимо учитывать шероховатость поверхности зажимаемой поверхности, поверхность губок и загрязнение поверхности охлаждающей жидкостью (если

используется). Коэффициент безопасности зажима  $K = 1,5$  выбран для нормальной работы. После установки и регулировки величина усилия зажима  $F_u$  [N] рассчитывается:

$$F_u \geq \frac{K \cdot F_c}{i \cdot f_t} \quad (4)$$

Основная составляющая силы резания  $F_c$  [N] рассчитывается:

$$F_c = k_s \cdot b \cdot h \quad (5)$$

Где:

$k_s$ – сопротивление резанию для данного материала [Н.мм-2]

$b$ – ширина стружки [мм]

$h$ – толщина стружки [мм] Существуют заданные граничные условия для токарной обработки, на основании которых рассчитывается необходимая сила зажима для алюминиевые заготовки:

Глубина резания:  $a_p = 3$  мм.

Скорость подачи:  $f = 0,5$  мм.

Основной угол регулировки режущей кромки:  $\kappa_r = 60^\circ$ .

Челюсти:  $i = 3$

Сопротивление резанию алюминия:  $\text{шт} = 900$  Н.мм-2

Коэффициент трения (сталь- алюминий):  $f_t = 0,30$

Максимальное усилие зажима 3-кулачкового пневматического патрона, указанное производителем RÖHM, составляет 12 000 Н, максимальное усилие зажима патрона на данном токарном станке с ЧПУ составляет 3000 Н, а расчетное усилие зажима составляет 2250 Н, указывая на то, что зажим является удовлетворительным.

Конструкция челюсти должна учитывать производственные и технологические возможности производственной системы iCIM-3000. Так как челюсти являются частью токарной системы 105, они должны улучшать качество своей работы, а не снижать ее.

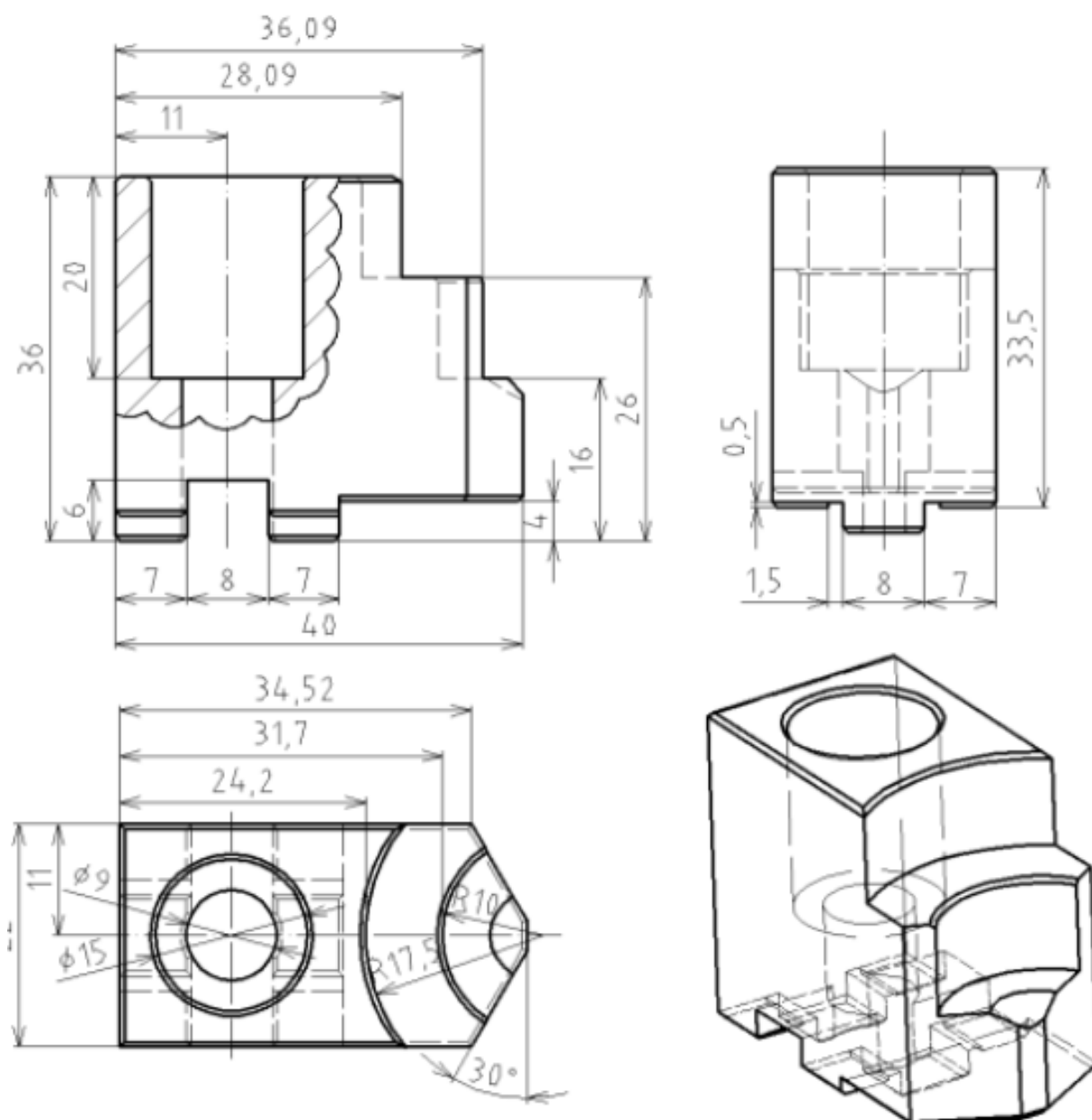


Рисунок 1.15 - Конструкция сменных челюстей [5]

Соответственно, могут быть сформулированы следующие общие требования к конструкции челюстей:

- Технические характеристики челюстей должны соответствовать технологической системе (зажим на патроне, точность и жесткость челюстей, стабильность свойств, срок службы челюстей),
- С концептуальной точки зрения они должны обеспечивать вместе с патроном, с помощью которого они образуют единый элемент, являются основными функциями подготовки.
- Со структурной точки зрения они должны иметь подходящее расположение и конструкцию зажимных поверхностей, чтобы гарантировать, что компоненты зажимного усилия действуют на фиксированные упоры,
- Они должны обеспечивать достаточное производство, качество и экономичность производства.

- Они должны обеспечивать подходящие эксплуатационные характеристики, например, чтобы обеспечить удаление и очистку стружки, быть сбалансированными и иметь минимально возможный вес.

- С точки зрения износа функциональные поверхности приспособления, поверхности, подверженные износу, должны быть твердыми (закаленными или зацементированными и закаленными) по отношению к сопряжению Обрабатываемые детали, заменяемые с требуемой точностью. Предлагаются ступенчатые губки, основные размеры которых показаны на рис. 1.2.5.8. Эти губки способны зажимать детали диаметром 20 и 35 мм благодаря своей форме. Они требуют минимального обслуживания, так как детали без охлаждения будут обрабатываться. Зажимные поверхности самих сменных губок будут очищены от стружки сжатым воздухом [3-6].

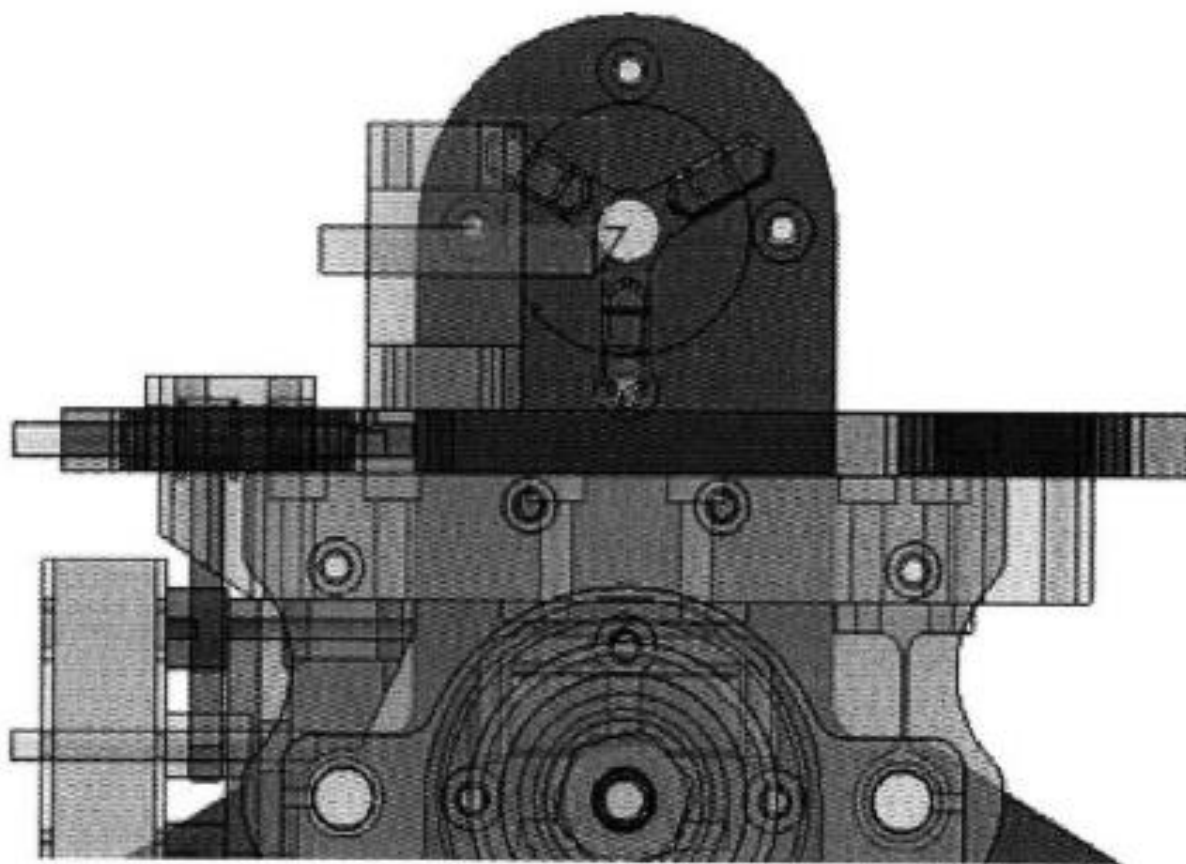


Рисунок 1.16 - Увеличенная высота передней головки и держателя инструмента обеспечивает место для патрона

Вместо крышки для стружки с прорезью для фетра для проскальзывания изогнутого винта, для управления стружкой используется система abellows. Секции сильфона соединены от головки и задней головки с центральной кареткой. В то время как мелкие стружки могут проваливаться через щель между двумя войлочными деталями в предыдущей конструкции, со временем накапливаясь в трубе свинцового винта, эта система эффективно удерживает все стружки от трубы свинцового винта во время работы токарного станка.

Сильфоны также складываются и хорошо растягиваются с обеих сторон, так что на движущихся деталях ничего не застревает и не застревает.

## 2 ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРОТОТИПА

### 2.1 Изготовленные части

Прототипирование редизайна подтверждает функциональность дизайна. Как можно больше деталей могут быть переработаны с предыдущего токарного станка с ЧПУ, а водоструйный станок широко используется для быстрого изготовления многих других деталей.

Шток головки (рис. 2.1, 1), хвостовой шток (2), изгиб ведущего винта (3), крепление шпинделя двигателя (4), изгибная распорка поперечной подачи (5) и держатель инструмента (6) вырезаны из 18 "x18" x1 "деталь 6061 Алюминий на водоструйном двигателе. За исключением кронштейнов крепления двигателя, каждая из этих других деталей также требует постобработки.

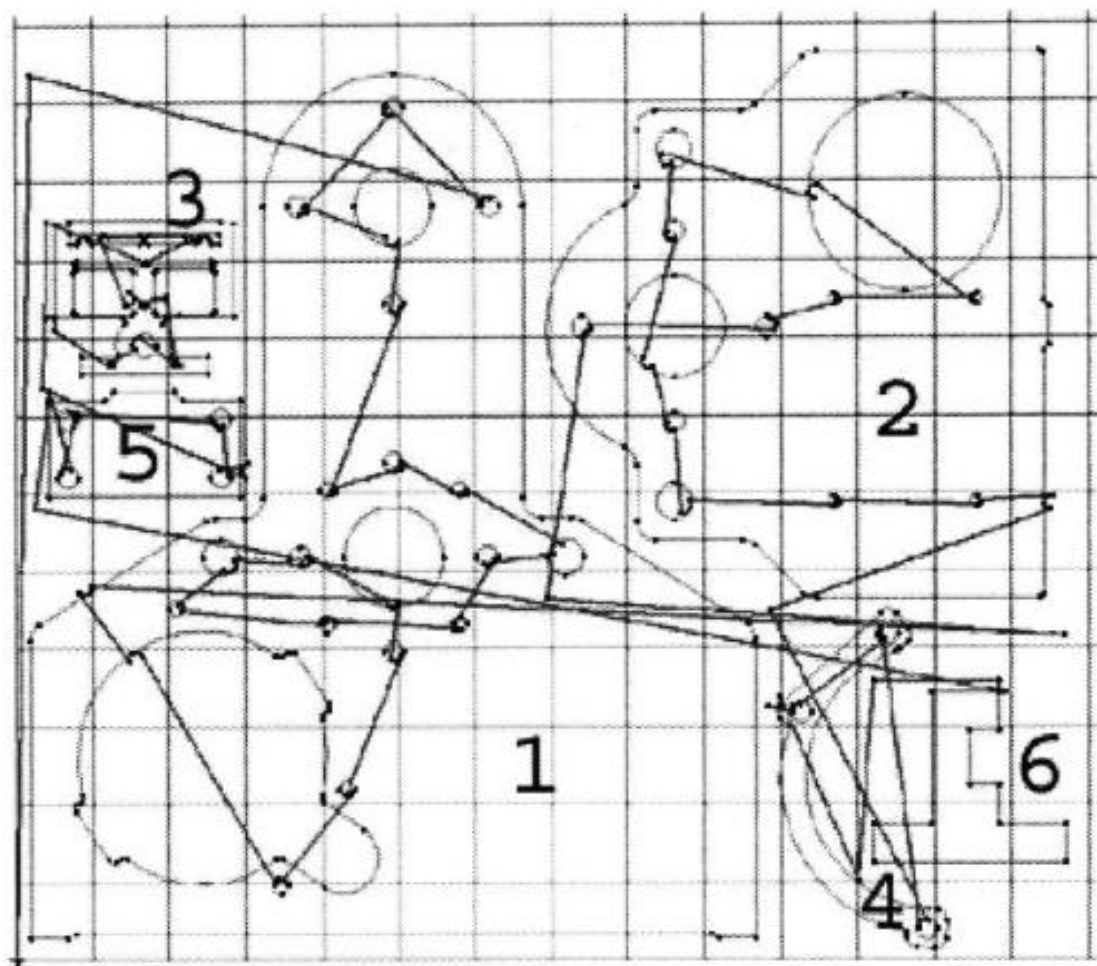


Рисунок 2.1 - Детали, вырезанные из алюминия 1 "6061.

Круглые карманы фрезерованы в головку и хвостовую часть для центральной трубы и свинцовых винтовых опор. Дополнительный карман фрезерован в переднюю бабку для корпуса шпинделя. Как на головке, так и на задней бабке отверстия и резьбовые отверстия нарезаны, отверстия в

направляющих просверлены и расширены, а отверстия для установочного винта просверлены и выбиты.

Изгиб свинцового винта вначале выпускается в устойчивой конфигурации с дополнительным материалом, все еще неповрежденным в углах. Затем соответствующие отверстия просверливаются и нарезаются перед тем, как этот дополнительный материал отрезается ленточной пилой. Изгибная фреза с поперечной подачей фрезерована до соответствующей формы, а отверстия держателя инструмента сверлят и нарезают. Изгиб поперечной подачи подвергается водоструйной обработке из 1/2 "алюминиевой пластины 6061, и соответствующие отверстия для болтов имеют зенковку. Торцевая заглушка ходового винта (Рисунок 3.2) и детали крепления двигателя шпинделя (2) выточены из алюминия 61" 6061. Ни один не требует постобработки.

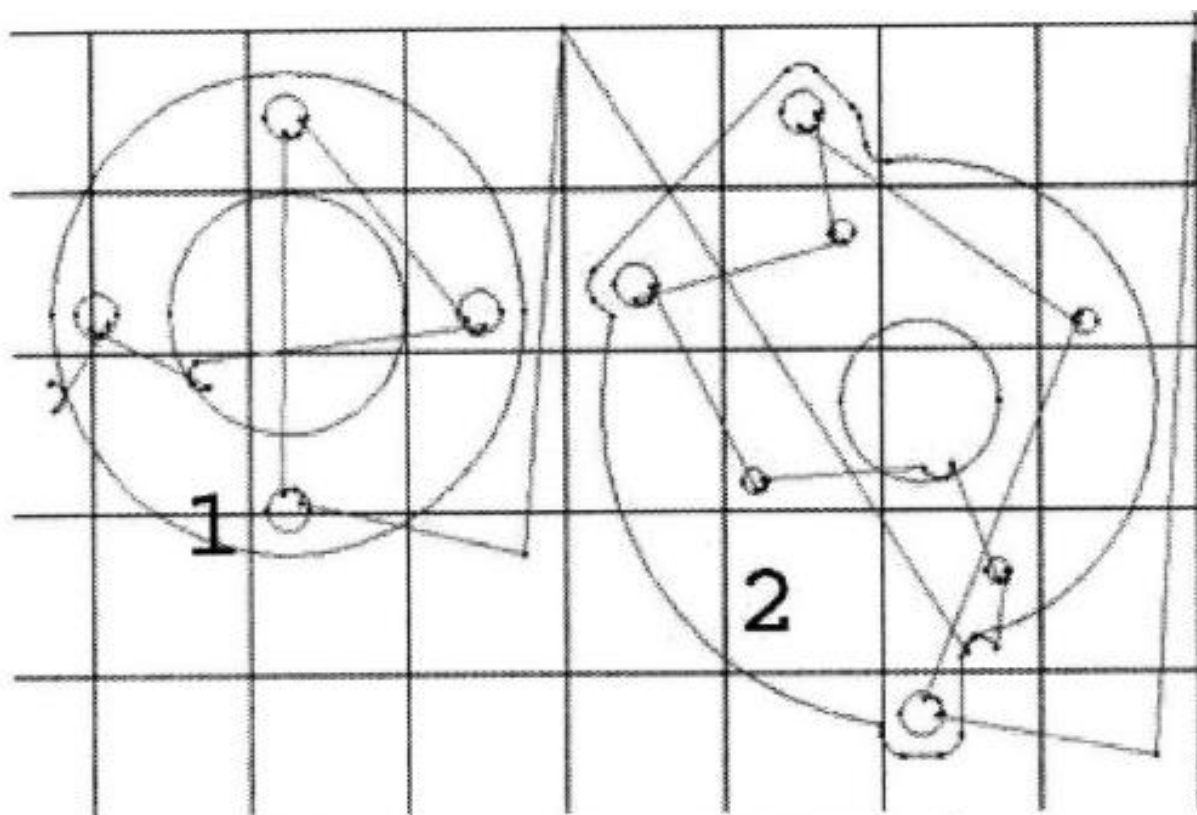


Рисунок 2.2 - Детали, вырезанные из 1/4 "6061 алюминия.

Многие детали из предыдущих токарных станков перерабатываются для экономии времени изготовления, а некоторые из этих деталей нуждаются в модификации. Стандартный нейлоновый блок (рис. 3.3), используемый в других токарных станках, должен иметь соответствующие отверстия, просверленные и расточенные. Канавка фрезерована спереди, а нижняя передняя кромка на ленточной пиле скошена. Отверстие выточено из корпуса (2) исходного шпинделя, чтобы приводной ремень шпинделя прилегал к валу шпинделя. Карман фрезерован. центральной трубки (3), так что изгиб



ведущего винта будет соответствовать. Как можно больше материала остается на трубе, чтобы сохранить ее структурную жесткость.

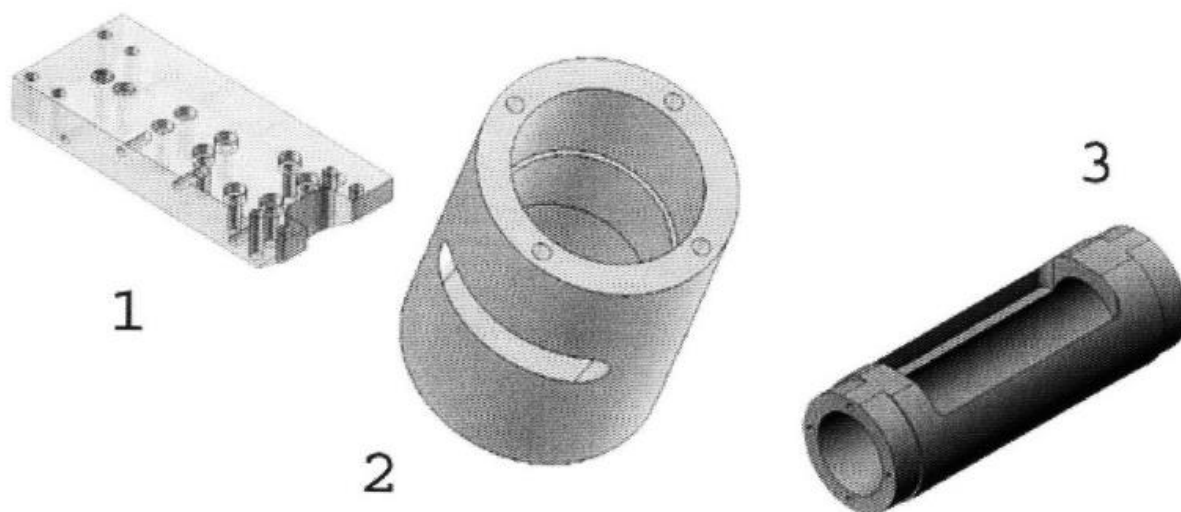


Рисунок 2.3 - Модифицированные переработанные детали.

## 2.2 Тестирование прототипа

После сборки токарный станок с ЧПУ разрезал 15 деталей, используя ту же программу ЧПУ, и был измерен радиус обрабатываемых деталей. Части имели стандартное отклонение менее 0,0006 дюймов. При максимальной целевой погрешности 100 микрон (0,0039 дюйма) индекс способности процесса (C<sub>pk</sub>) составил 1,014.

Некоторые изменения могут быть внесены в методы изготовления при реализации редукации ЧПУ для полного класса учащихся, чтобы сократить расходы и время изготовления учащихся. В то время как прототип интенсивно использовал водоструйный аппарат для быстрого изготовления, некоторые детали могут быть залиты песком. Однодюймовая алюминиевая пластина, используемая в прототипе, является самой дорогой деталью, кроме самих приводов, а большая часть головки и задней бабки используют большую часть этого материала. Эти детали были отлиты с помощью песка для класса точности машиностроения и могут быть отлиты снова с обновленными чертежами.

Изменения, внесенные в настольный токарный станок с ЧПУ, сосредоточены на трех основных элементах: конфигурация привода, конфигурация ходового винта и каретка. Мотор шпинделя и ведущий винтовой двигатель встроены в головку и заднюю бабку соответственно, чтобы уменьшить расход материала и занимаемую площадь. Узел ходового винта использует головку и заднюю бабку, чтобы удерживать подшипники для уменьшения количества деталей. Изгиб поперечной подачи каретки уменьшен в размерах и установлен на нейлоновой поверхности.

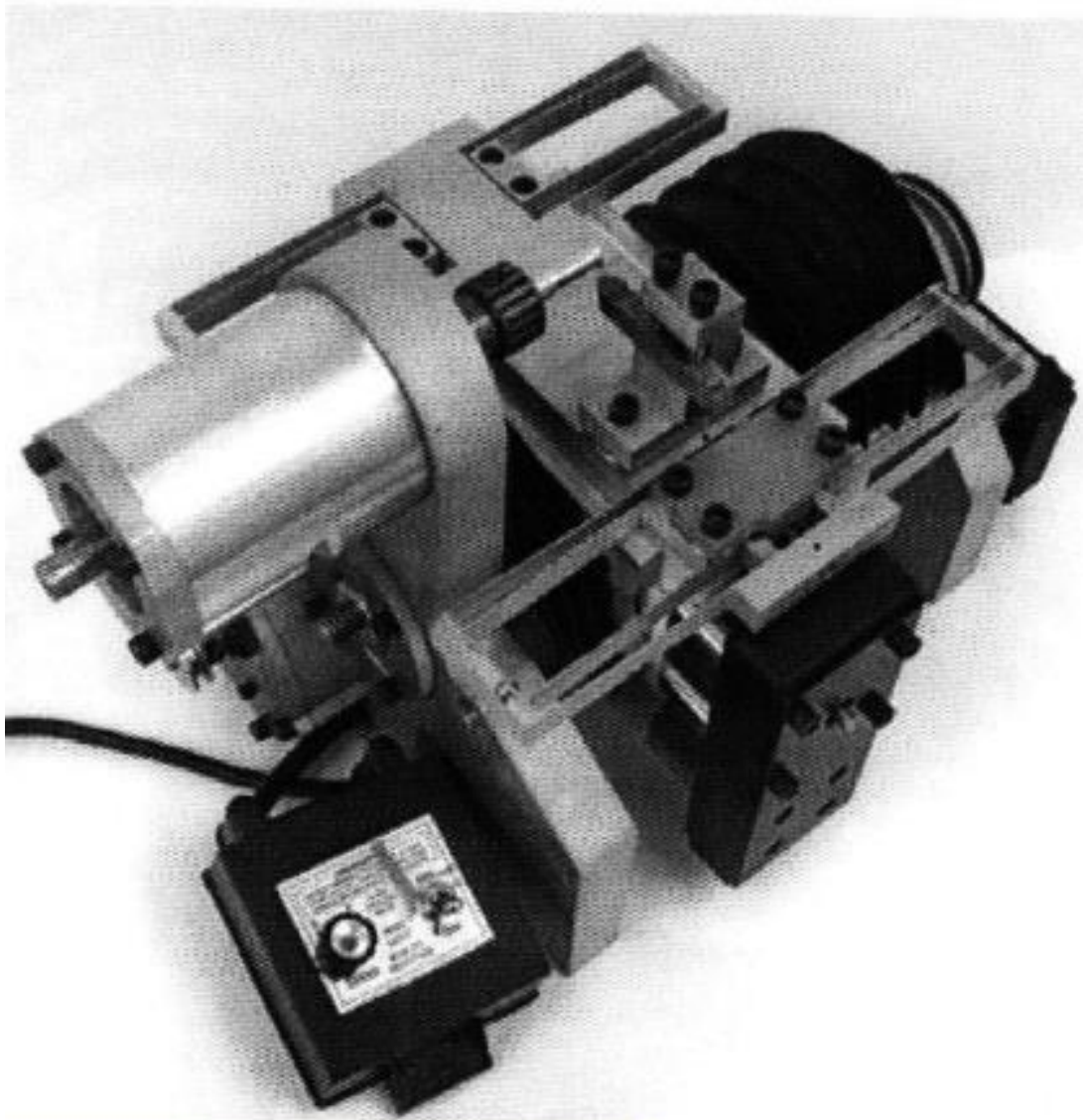


Рисунок 2.4 - Модернизированный настольный токарный станок с ЧПУ

Другие изменения включают добавление жестких упоров к изгибу ведущего винта, чтобы сделать его более прочным, расширение передней бабки для размещения нового патрона с тремя кулачками, добавление более эффективной крышки шильфона.

Несмотря на то, что эта итерация настольного токарного станка с ЧПУ улучшается по сравнению с предыдущей версией, конструкция не является оптимальной. Некоторые изменения могут быть реализованы в следующей итерации токарного станка для улучшения в нескольких областях. Текущая конфигурация поперечной подачи не является особенно проводящей для ручного манипулирования, поскольку шкив проходит вдоль неподвижного ходового винта, а не наоборот. Добавление энкодера и зубчатого ремня на привод шпинделя также позволило бы расширить дополнительные функции токарного станка с ЧПУ, что позволило бы выполнять такие операции, как нарезание резьбы. Другие более простые изменения включают в себя:

\* Изменение формы головки или задней бабки так, чтобы установочные винты, которые крепят рельсы, ударяли по рельсам под тем же углом. Таким образом, рельсы должны быть сплющены только в одном направлении; не было бы необходимости выяснять, как правильно вращать рельс между точками.

\* В настоящее время крепление двигателя для привода поперечной подачи все еще является относительно сложной деталью для изготовления и, возможно, может быть несколько упрощено.

\* Размеры болтов также могут быть более стандартизированы, чтобы облегчить сборку.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью написания данного проекта являлась разработка конструкции настольного токарного станка с ЧПУ для использования в классе, основанном на проекте, а затем изготовление прототипа для подтверждения функциональности конструкции.

Эта итерация настольного токарного станка с ЧПУ эффективно снижает стоимость, размер, вес и сложность станка. Исходная площадь 14 x 20 дюймов уменьшена до 9,5 x 15 дюймов. Материал, используемый только в основании оригинала, одной из самых дорогих отдельных частей токарного станка, достаточен для изготовления каждого алюминиевого куска толщиной один дюйм на новом токарном станке, включая как головную, так и заднюю бабки. Перестройка конфигурации подшипника ведущего винта также уменьшает количество деталей и их сложность, удаляя оригинальную конфигурацию труба в трубе.

Новые сменные челюсти были разработаны на основе подробного анализа условий проектирования. Оригинальные челюсти были сформированы так, чтобы соответствовать только одному диаметру заготовок. Патрон на данном токарном станке с ЧПУ имеет очень маленький диапазон зажима, чтобы зажимать два диаметра из нового набора деталей. Невозможно было купить новые челюсти, потому что челюсти, предлагаемые на словацком рынке, не позволяют нам зажимать требуемые комбинации размеров. На саму конструкцию влияли индивидуальные условия, такие как форма и размеры деталей, материал компонентов, форма и размеры текущего пневматического патрона, расположенного на токарном станке с ЧПУ. Все упомянутые условия, а также жесткость, точность и долговечность челюстей, стабильность челюстей, уход за челюстями и другие, были приняты во внимание при проектировании новых челюстей. Таким образом, индивидуальные условия определили форму недавно разработанных челюстей при обеспечении достаточно точного зажима и, следовательно, точности производства.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Якуб Яворик, Михал Станек, «Оптимизация формы мембран пневматических клапанов» 13-я Международная конференция WSEAS по автоматическому управлению, моделированию и симуляции, Лансароте, Испания, 2011.
2. Akin Cellatoglu и Balasubramanian Karuppanan, «Вибрирующий консольный преобразователь, встроенный в структуру с двумя диафрагмами для измерения дифференциального пневматического давления», Международный журнал по мягким вычислениям (IJSC), том 2, № 4, ноябрь 2011 г.
3. Сенкус, Э. Йотаутиене, «Исследование виброакустических свойств современного токарного цангового патрона» Университет Александра Стульгинскиса, Университет 10, LT-53361, Академия, Кауно, Литва (получено 00 сентября 2012 г., принято 00 сентября 2012 г.).
4. Амарал Н., Ренцис Дж., Ронг Й. «Разработка инструмента анализа методом конечных элементов для проверки и оптимизации целостности конструкции арматуры». Международный журнал передовых технологий производства 2005; 25 (5–6): 409–19.
5. Н. П. Маниар, Д. П. Вахария, «Проектирование и разработка крепежа для ЧПУ: обзоры, практика и будущие направления» Международный журнал научных и инженерных исследований, том 4, выпуск 2, февраль-2013 ISSN 2229-5518.
6. Куллинан, М., Т. Гримли, М. Хейл, Д. Джонсон, Ф. Тубилла, Р. Панас, О. Веллинг и доктор М. Калпеппер. «Проектирование и изготовление прецизионного токарного станка учащимися в проектном классе». 2007
7. Кинг, Стюарт. История токарного станка: часть первая - взаимное движение. [Online] 5 мая 2008 г. <<http://www.stuartking.co.uk/index.php/history-of-the-lathe-part-one-reciprocal-motion/>>.
8. Kalpakjian S. (2006). Технологии и технологии. Аппер-Седл-Ривер, Нью-Джерси: Пирсон / Прентис Холл.
9. Кутц М. (2016). Справочник механика. Нью-Йорк: Уайли.
10. Oberg, E. & McCauley, C.J. (2008). Справочник по машинному оборудованию: справочник для инженера-механика, дизайнера, инженера-технолога, чертежника, мастера по изготовлению инструментов и машиниста. Нью-Йорк: Индустриальная пресса.
11. Shigley, J.E., Mischke, & C.R., Budynas, R.G. (2006).
12. Машиностроительный дизайн Шигли. Нью-Йорк: Высшее образование МакГроу-Хилл.
13. Shigley, J.E. & Mischke, C.R. (2012). Стандартный справочник по машиностроению. Нью-Йорк: Макгроу-Хилл.
14. Emco Concept Turn 105 Токарный станок с ЧПУ для ПК, Itax Precision spol. s.R.O., Прага, (2003)

15. Обзор свойств стали 16MnCr5, Больцано, (2014) В: <http://prirucka.bolzano.cz/cz/technickaPodpora/techprirI/tycovaocel/ocelikcementovani/16MnCr5/>

16. Я. Оравцова, П. Кошляль, Д. Р. Дельгадо Собрино, Р. Голубек, Методология проектирования зажимных приспособлений для правильной вставки заготовки, *Appl. Mox. Mater.*, Vol. 309, 20–26 (2013)

17. Р. Košťál, А. Mudriková, Р. Kerak, Зажимное приспособление для новых парадигм производства, *ДАААМ*, том 21, № 4, с. 1, 0361-0362 (2010)

18. Оравцова Ж., Численное моделирование зажима заготовки, *Прил. Мох. Mater.*, Vol. 474, 218–223 (2014)

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Приложение А описывает точные размеры измененных частей.

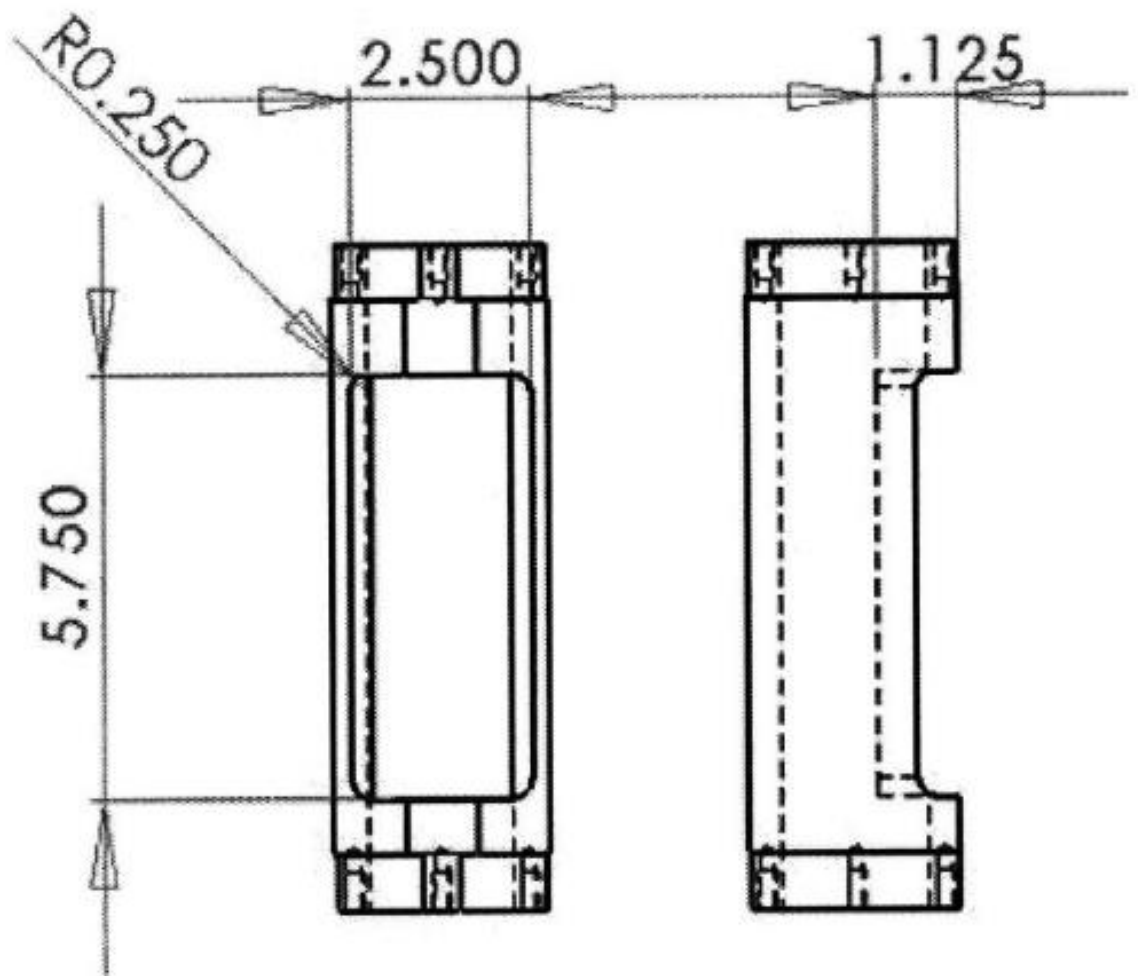


Рисунок А1: Центральная труба





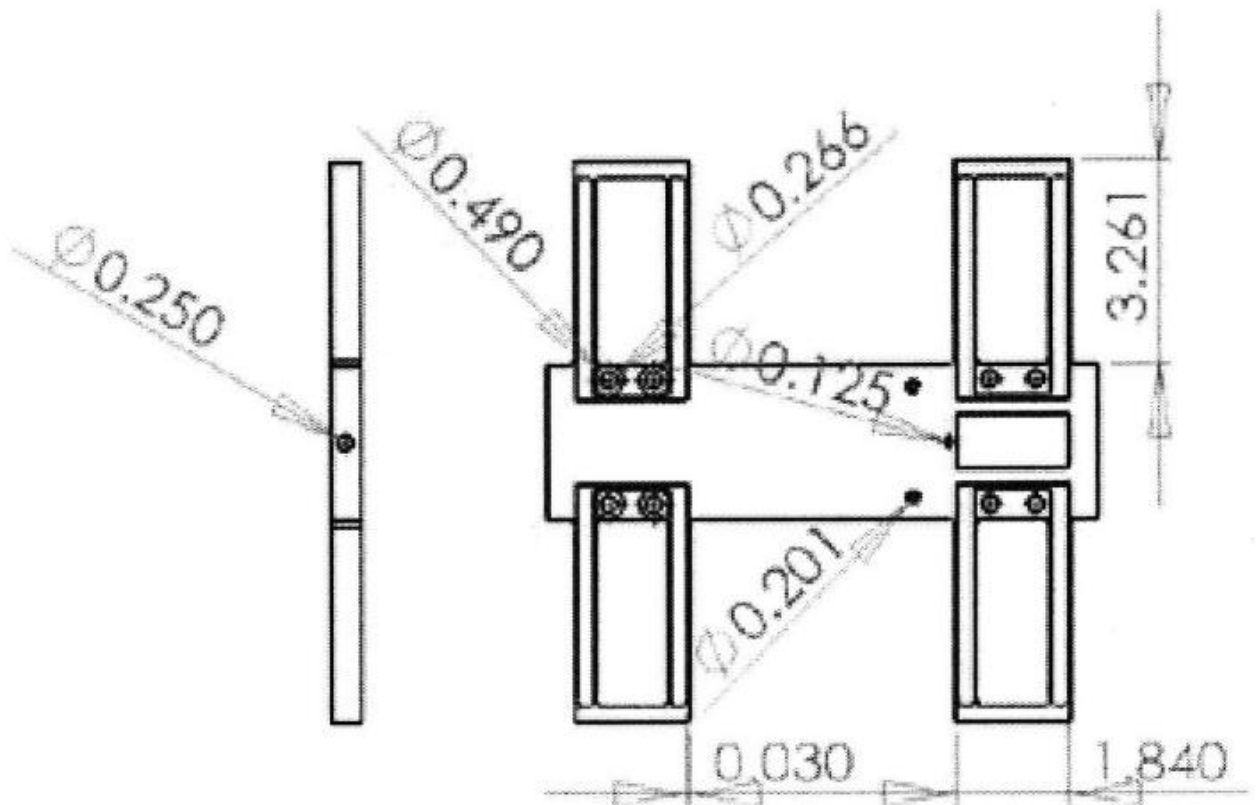


Рисунок А4: Изгиб поперечной подачи

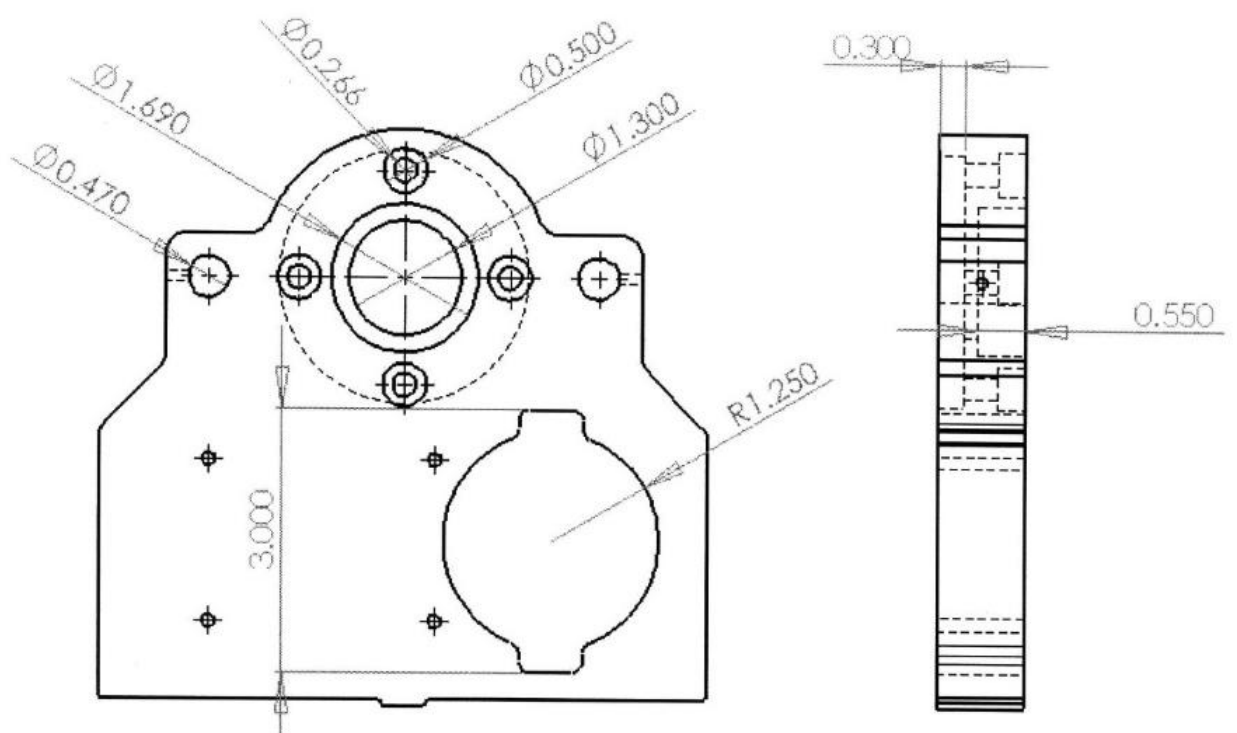


Рисунок А5: Хвостовой запас

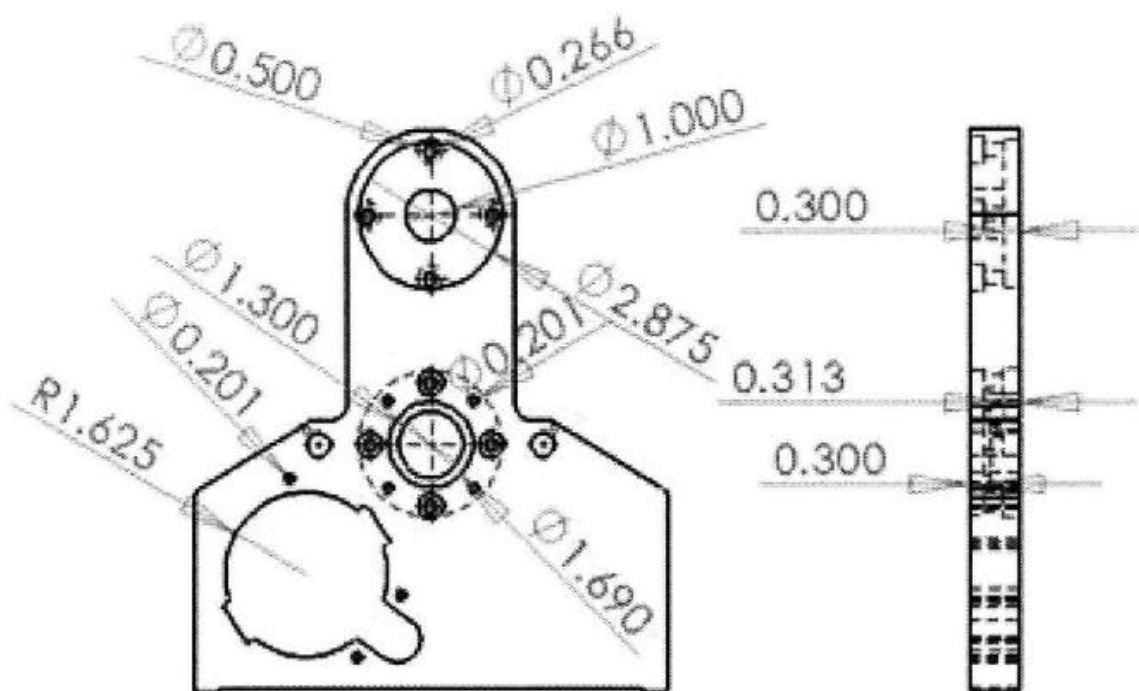


Рисунок А6: Главный запас

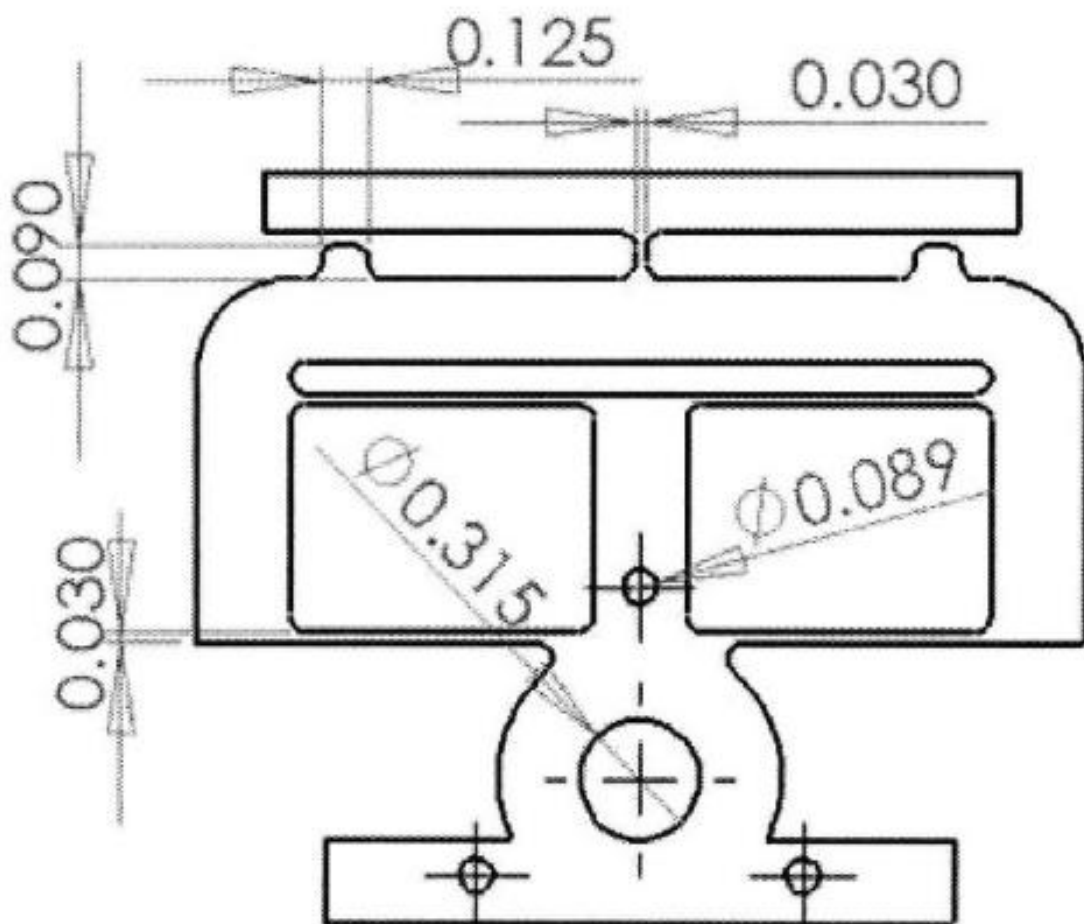


Рисунок А7: Изгиб ведущего винта

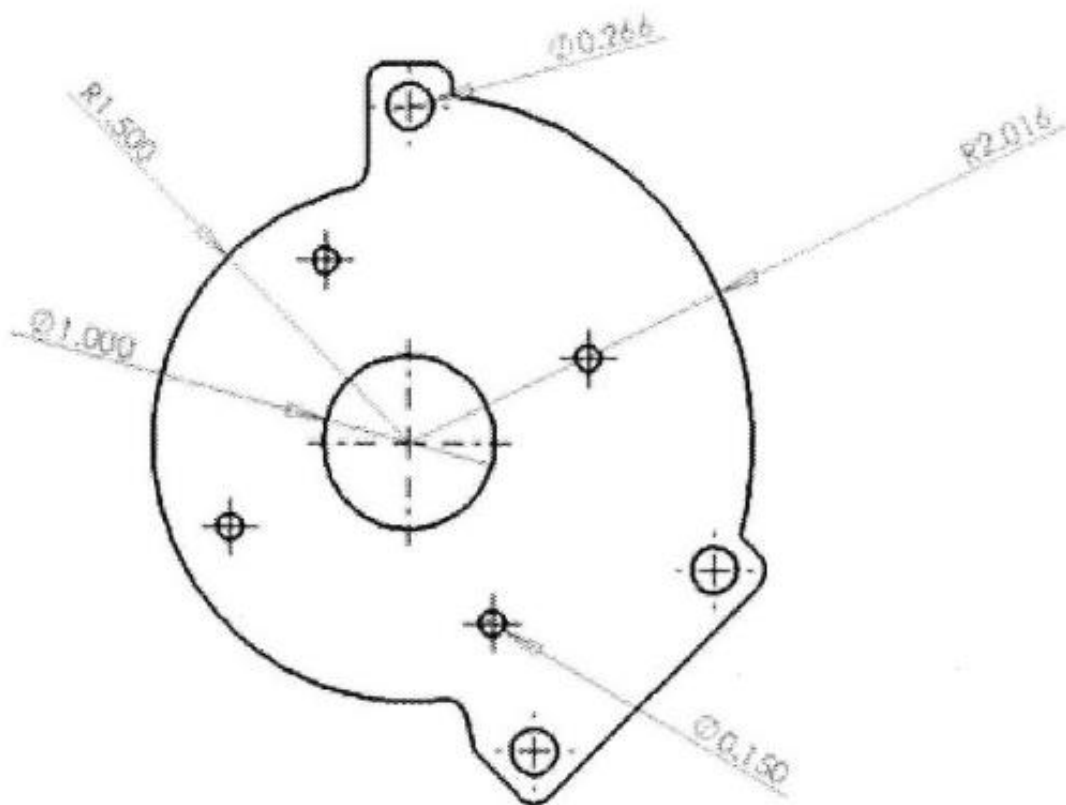


Рисунок А8: Крепление шпиндельного привода

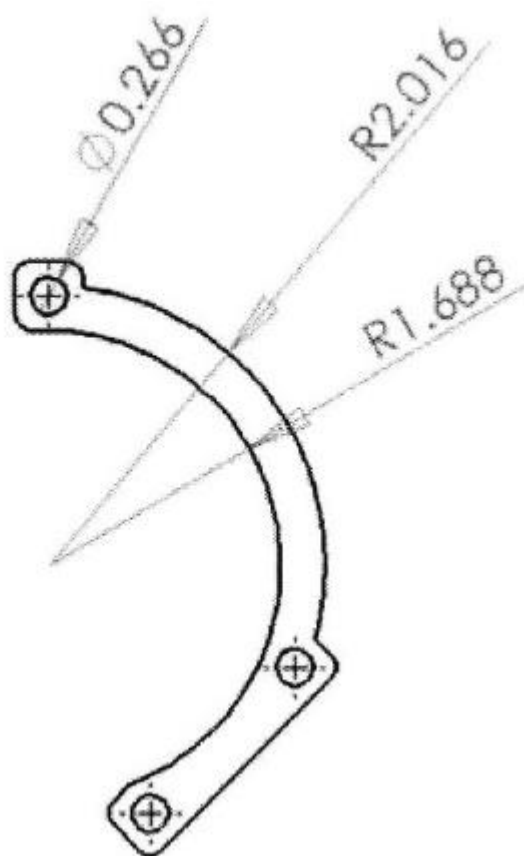


Рисунок А9: Сторона крепления привода шпинделя