

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Технический сервис в АПК»

Кафедра «Общеинженерные дисциплины»

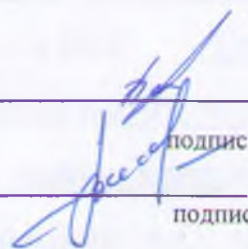
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Проектирование технологического процесса изготовления вала погруз-
чика с разработкой пневматического трехкулачкового клинового патрона»

Шифр: ВКР.35.03.06.461.21. ППТ.00.00

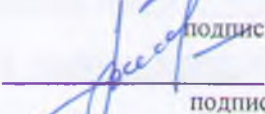
Студент группа Б272-06у


подпись

Бадрутдинов И.Р.

Ф.И.О.

Руководитель доцент
ученое звание


подпись

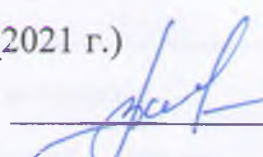
Пикмуллин Г.В.

Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите

(протокол № 9 от 09.03. 2021 г.)

Зав. кафедрой доцент
ученое звание


подпись

Пикмуллин Г.В.

Ф.И.О.

Казань – 2021 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

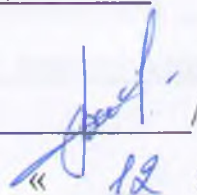
Институт механизации и технического сервиса

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Технический сервис в АПК»

Кафедра «Общеинженерные дисциплины»

Зав. кафедрой



«УТВЕРЖДАЮ»

Пикмуллин Г.В../

« 12 » 01 2021г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту: Бадрутдинову Ильназу Рустамовичу

Тема ВКР: «Проектирование технологического процесса изготовления вала погрузчика с разработкой пневматического трехкулачкового клинового патрона»

утверждена приказом по вузу от « 24 » 02 2021 г. № 52

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР 05. 03. 2021г.
2. Исходные данные: План ремонтной мастерской, нормативно-справочная литература, материалы, собранные в период преддипломной практики по данной теме, а также новые технические решения (А.С., патенты, статьи и др.)

3. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Состояние вопроса (обзор литературы).
2. Проектирование технологического процесса изготовления вала погрузчика
3. Конструкторская разработка
4. Выводы.

4. Перечень графических материалов _____

1. Обзор существующих конструкций _____

2. Стадии обработки

3. Сборочный чертеж приспособления

4. Детализовка

5. Технологическая карта на изготовление детали _____

6. Техничко-экономическое обоснование конструкции

5. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
1. Конструкторская разработка	Марданов Р. Х.
2. Безопасность жизнедеятельности	Гаязиев И. Н.

6. Дата выдачи задания январь 2021г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ существующих технологий	10.02.21г.	
2	Проектирование технологии обработки вала	26.02.21г.	
3	Конструкторская разработка	05.03.21г.	

Студент _____ (Бадрутдинов И.Р.)

Руководитель ВКР _____ (Пикмуллин Г.В.)

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Бадрутдинова И. Р., выполнившего выпускную квалификационную работу на тему: «Проектирование технологического процесса изготовления вала погрузчика с разработкой пневматического трехкулачкового клинового патрона».

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку на 62 листах машинописного текста, включающая 3 таблицы, 12 рисунков. Библиографический список содержит 30 наименований. Графическая часть ВКР выполнена на 6 листах формата А1.

Первая часть ВКР характеризует состояние вопросов и патентный анализ

Во второй рассматривается проектирование технологического процесса изготовления вала погрузчика.

В третьей части приведена конструкторская разработка пневматического трехкулачкового клинового патрона и приведена его технико-экономическая оценка.

Пояснительная записка завершается выводами и списком литературы.

ANNOTATION

On the final qualification work of Badrutdinov I. R., who completed the final qualification work on the topic: "Design of the technological process of manufacturing the loader shaft with the development of a pneumatic three-cam wedge chuck".

The final qualification work contains an explanatory note on 62 sheets of typewritten text, including 3 tables, 12 figures. The bibliographic list contains 30 titles. The graphic part of the WRC is made on 6 sheets of A1 format.

The first part of the WRC characterizes the state of issues and patent analysis

The second section deals with the design of the technological process of manufacturing the loader shaft. In the third part, the design development of a pneumatic three-cam wedge cartridge is presented and its technical and economic assessment is given.

The explanatory note concludes with conclusions and a list of references.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	7
1 АНАЛИЗ И СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА	8
1.1 Обзор конструкций токарных патронов	8
1.2 Пневматические приводы токарных станков	9
1.3 Анализ патентов	11
2 РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ДЕТАЛИ	30
2.1 Обоснование программы выпуска изделий	30
2.2 Выбор заготовки и расчет припусков на заготовку	30
2.3 Расчет режимов резания	32
2.4 Расчет инструментального оснащения	37
2.4.1 Выбор конструктивных параметров сверла для зацентровки	37
2.4.2 Расчет металлорежущего инструмента на прочность и жесткость	40
3 ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	42
3.1. Обоснование схемы нового приспособления	42
3.2 Расчет сил зажима заготовки	44
3.3 Расчет приспособления на прочность	44
3.4 Расчет приспособления на точность	45
3.4.1 Принципиальная схема базирования заготовки	46
3.4.2 Расчет точности	46
3.5. Расчет пружины	48
3.6 Разработка мероприятий по безопасности и жизнедеятельности	50
3.7 Разработка мероприятий по физической культуре на производстве	51
3.8 Разработка мероприятий по экологии на производстве	51
3.9 Определение технико-экономических показателей приспособления	52
ВЫВОДЫ	55
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	56
СПЕЦИФИКАЦИИ	60

ВВЕДЕНИЕ

В последние время наблюдается бурный рост промышленности, особенно это касается машиностроения. Это обусловлено бурным развитием научно – технического прогресса, применением современных технологий производства.

На современных предприятиях наблюдается значительный прогресс в области роботизации технологических процессов производства и применение современного оборудования и станков с числовым программным управлением.

В тоже время для небольших производств, а особенно для ремонтных мастерских сельскохозяйственных предприятий покупка такого современного оборудования в большинстве случаев не возможна по финансовым соображениям и из –за отсутствия полной загрузки такого высокотехнологичного оборудования.

Поэтому наиболее оптимальным решением для предприятий такого типа будет являться модернизация уже существующего оборудования, что позволит улучшить условия труда и снизить издержки производства. Особенно это необходимо сделать для парка станков связанных с металлообработкой.

1 АНАЛИЗ И СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

В настоящее время в сельскохозяйственных ремонтных мастерских большую часть металлообрабатывающих станков составляют токарные станки разных видов. Также в незначительном количестве применяются фрезерные, сверлильные, шлифовальные и ряд других станков.

У токарных станков главным рабочим органом является патрон, в котором крепится обрабатываемая заготовка. Существует большое разнообразие токарных патронов для разных видов работ.

1.1 Обзор конструкций токарных патронов

На токарных станках в основном применяются самоцентрирующихся трехкулачковых патронов с ручным приводом, схема которого представлена на рисунке 1.1.

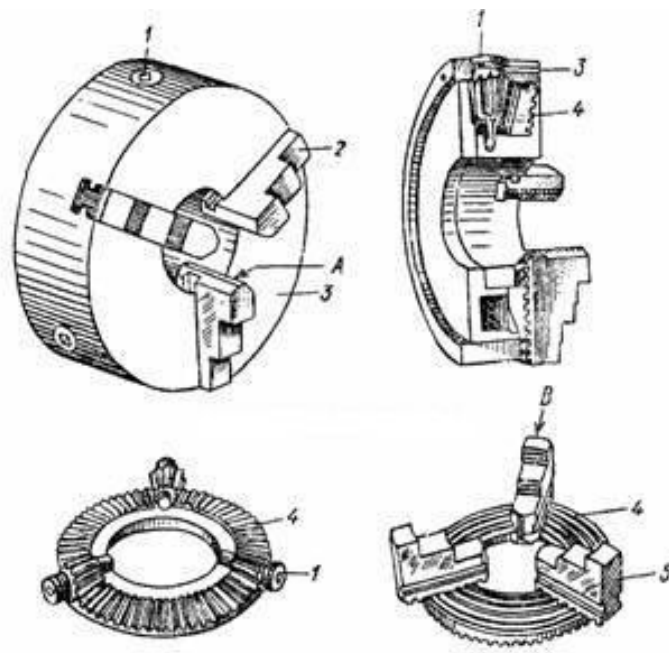


Рисунок 1.1. – Самоцентрирующий трехкулачковый патрон и его детали

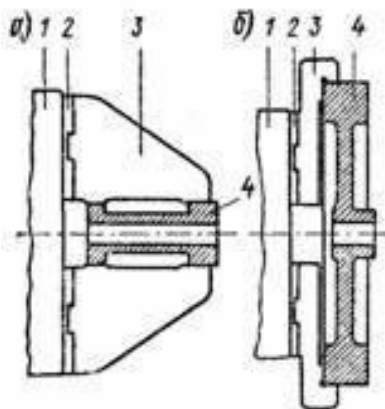


Рисунок 1.2. – Накладные кулачки к самоцентрирующему патрону.

1.2 Пневматические приводы токарных станков

Для облегчения процесса производства для облегчения процесса закрепления детали стали широко применяться пневматические приводы. Они конечно незначительно усложняют конструкцию, но в тоже время значительно упрощают процесс установки заготовки в патрон.

Наибольшее распространение получили механизмы с поршневым и диафрагменным приводом.

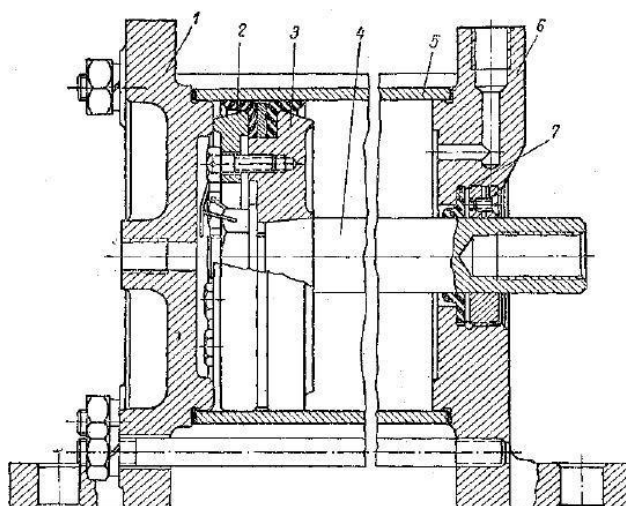


Рисунок 1.3 – Поршневой привод двустороннего действия

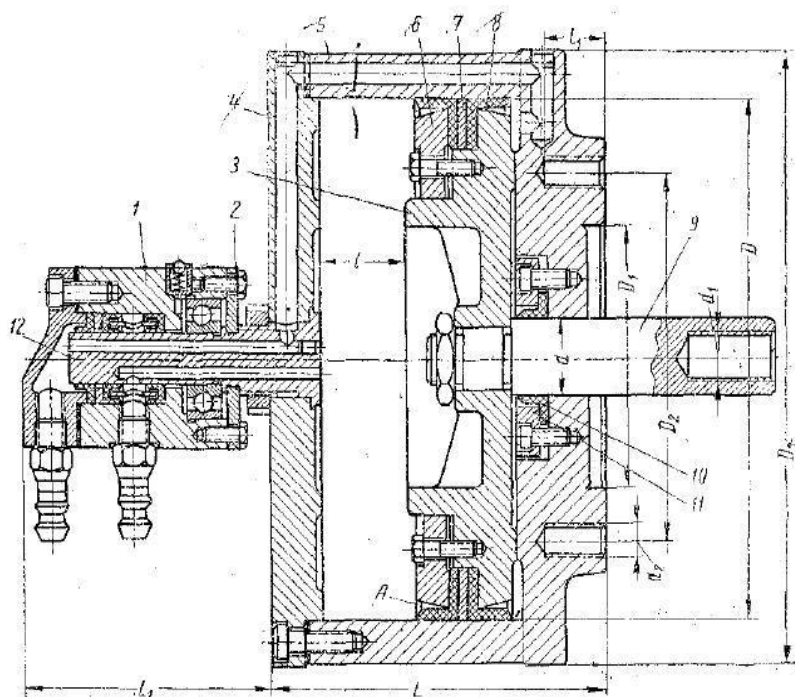


Рисунок 1.4. – Вращающийся воздушный цилиндр двустороннего действия

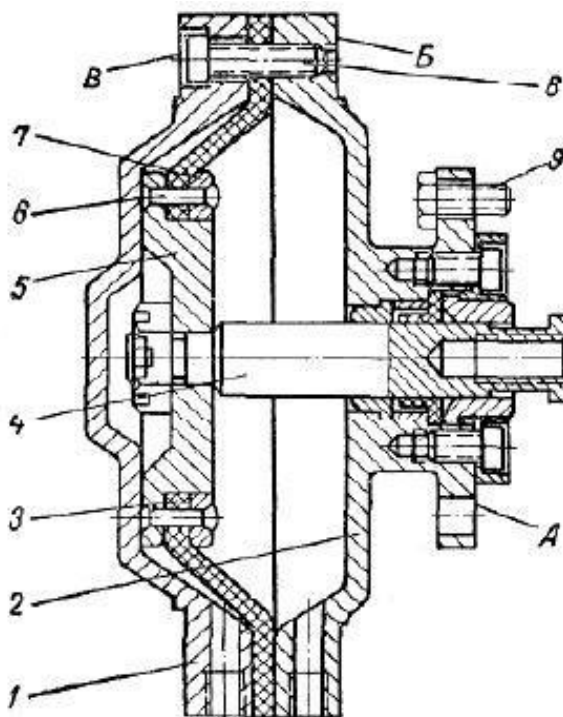


Рисунок 1.5 – Стационарный диафрагменный привод двустороннего действия

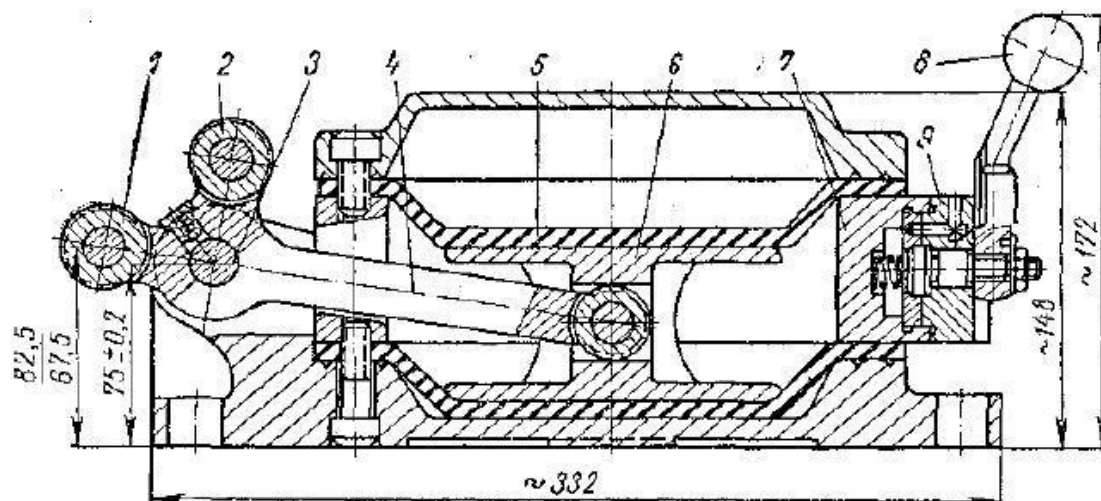


Рисунок 1.6 – Универсальная пневматическая силовая головка.

1.3 Анализ патентов

Ниже представлено описание к патенту № ЕА023738В1

Изобретение относится к станкостроению, а именно к устройствам для закрепления заготовок на шпинделе токарного станка. Зажимной самоцентрирующий патрон содержит составной корпус, который имеет заднюю часть для соединения со шпинделем и переднюю часть с радиальными направляющими пазами. Центральное зубчатое колесо установлено неподвижно между передней и задней частями корпуса. Водило выполнено пустотелым с проходным отверстием. На эксцентричных поверхностях водила установлены сателлиты в виде колес с наружным зубчатым венцом для зацепления с внутренними зубьями центрального колеса. Свободные концы водила снабжены опорными подшипниками. Передняя и задняя части корпуса со стороны их внутренней боковой поверхности выполнены с цилиндрическими осевыми расточками, в которых непосредственно размещены опорные подшипники водила. Сателлиты имеют окна с размещенными в них элементами связи с задней частью корпуса, которая на боковой поверхности со стороны сателлита имеет кольцевую выемку. Элементы связи между сателлитами и корпусом выполнены в виде цилиндрических пальцев, установленных с возможностью взаимодействия со стен-

ками окон сателлитов. Концы пальцев с одной стороны связаны силовым кольцом, которое установлено с

1. Зажимной самоцентрирующий патрон, содержащий составной корпус, который имеет заднюю часть для соединения со шпинделем и переднюю часть с радиальными направляющими пазами. Сателлиты имеют окна с размещенными в них элементами связи с задней частью корпуса, которые выполнены в виде цилиндрических пальцев, установленных с возможностью взаимодействия со стенками окон сателлитов, отличающийся тем, что центральное зубчатое колесо установлено неподвижно между передней и задней частями корпуса, последняя из которых на боковой поверхности со стороны сателлита имеет кольцевую выемку, концы пальцев с одной стороны связаны силовым кольцом, которое установлено с возможностью вращения в кольцевой выемке задней части корпуса, а с другой стороны пальцы соединены для передачи вращающего момента со спиральным диском, водило выполнено пустотелым с проходным центральным отверстием, а подшипники водила установлены с возможностью непосредственного опорного взаимодействия.

Сателлиты выполнены в виде колес с наружным зубчатым венцом и установлены на эксцентричных поверхностях водила, а корпус имеет направляющие пальцы для взаимодействия со стенками радиальных окон, выполненных в спицах сателлитов. Водило смонтировано на подшипниках в стакане, который охвачен корпусом и удерживается в нем от осевого смещения крышкой, прикрепленной к стакану винтами.

Конструкция упомянутого патрона усложнена из-за особенностей компоновки водила внутри стакана, а также не имеет по оси вращения проходного отверстия и, таким образом, не соответствует требованию универсальности, согласно которому отверстие шпинделя станка должно быть использовано для прохода пруткового материала.

Задачей, на решение которой направлено изобретение, является упрощение конструкции зажимного самоцентрирующего патрона, а также расширение эксплуатационных возможностей упомянутых изделий путем удовлетворения требования универсальности, позволяющего патронам зажимать прутковые материалы увеличенной длины для выполнения технологических операций при токарной обработке.

Для решения поставленной задачи предложено зажимной самоцентрирующий патрон выполнить содержащим составной корпус, который имеет заднюю часть для соединения со шпинделем. Центральное зубчатое колесо установлено неподвижно между передней и задней частями корпуса. Водило выполнено пустотелым с проходным отверстием. На эксцентричных поверхностях водила установлены сателлиты в виде колес с наружным зубчатым венцом для зацепления с внутренними зубьями центрального колеса. Свободные концы водила снабжены опорными подшипниками. Передняя и задняя части корпуса со стороны их внутренней боковой поверхности выполнены с цилиндрическими осевыми расточками, в которых непосредственно размещены опорные подшипники водила. Сателлиты имеют окна с размещенными в них элементами связи с задней частью корпуса, которая на боковой поверхности со стороны сателлита имеет кольцевую выемку.

Согласно изобретению элементы связи между сателлитами и корпусом выполнены в виде цилиндрических пальцев, установленных с возможностью взаимодействия со стенками окон сателлитов. Концы пальцев с одной стороны связаны силовым кольцом, которое установлено с возможностью вращения в кольцевой выемке задней части корпуса, а с другой стороны пальцы соединены для передачи вращающего момента со спиральным диском.

Кроме того, может быть предпочтительным опорный подшипник выполнить в виде подшипника качения или подшипника скольжения из антифрикционного материала. Наряду с этим сателлиты могут быть установлены на

эксцентричных поверхностях водила посредством тел качения, например, игольчатых или цилиндрических роликов.

Также возможно, сопрягаемые с выемкой корпуса поверхности силового кольца и/или сопрягаемые с сателлитами эксцентричные поверхности водила, выполнить с покрытием из антифрикционного материала с высоким коэффициентом скольжения. Согласно особому варианту выполнения сателлиты могут быть установлены на эксцентричных поверхностях водила посредством элементов скольжения из антифрикционного материала. Для улучшения заданных свойств направленных на уменьшение коэффициента трения в поверхность скольжения антифрикционного материала могут быть введены смазочные вещества.

Сущность отличий изобретения от прототипа состоит в том, что в предлагаемой конструкции патрона опорные подшипники водила установлены непосредственно в цилиндрических расточках передней и задней частей корпуса. Это упростило устройство привода за счет изъятия в нем стакана и позволило компоновать планетарную передачу пустотелым водилом с достаточным по размеру проходным отверстием для зажима в патроне длинномерного пруткового материала, подаваемого, например, через шпиндель станка в ручном или автоматическом режиме. Последнее обстоятельство расширяет эксплуатационные возможности изделий при выполнении технологических операций токарной обработки, что может найти использование в гибких автоматизированных производственных системах.

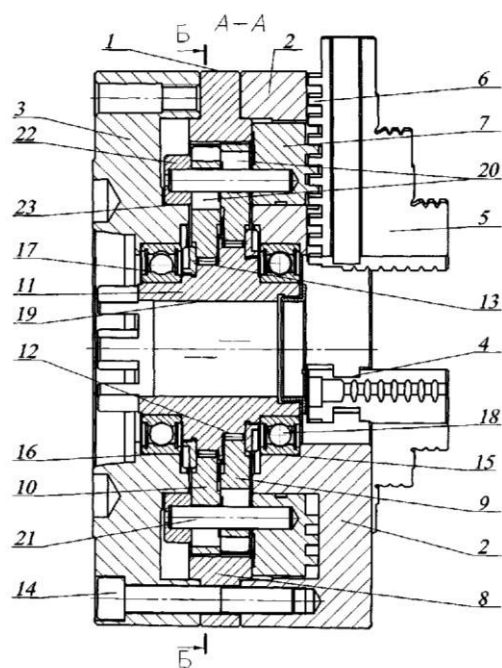
На фиг. 1 приведен общий вид зажимного патрона в разрезе (А-А), на фиг. 2 - вид по Б-Б на фиг. 1.

Патрон содержит корпус 1, включающий переднюю часть 2 и заднюю часть 3 для соединения со шпинделем станка. В передней части 2 корпуса выполнены радиальные направляющие Т-образные пазы 4, в которых с возможностью перемещения установлены зажимные кулачки 5 для закрепления заго-

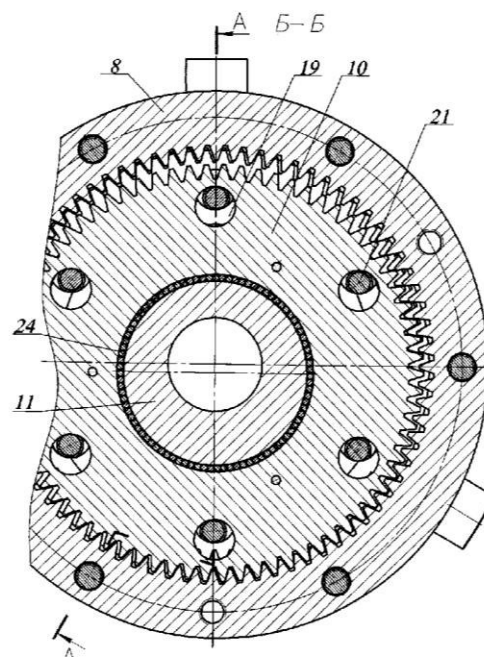
товки. Кулачки 5 разнесены по оси патрона и связаны посредством реек 6 со спиральным диском 7, установленным с возможностью вращения на ступице части 2 корпуса. Диск 7 с одной стороны имеет на торце спиральную нарезку, соединенную с зубьями реек кулачков 5, а с другой стороны, соединен с механизмом привода высокой редукции. Привод выполнен в виде планетарной зубчатой передачи, состоящей из центрального зубчатого колеса 8 внутреннего зацепления, сателлитов 9, 10 и входного вала - водила 11 с двумя равными и противоположно направленными эксцентричными поверхностями 12 и 13. Центральное колесо 8 с внутренними зубьями неподвижно закреплено с помощью винтов 14 между передней 2 и задней 3 частями корпуса. Части 2 и 3 корпуса имеют со стороны их внутренней боковой поверхности цилиндрические осевые расточки 15 и 16, соответственно, в которых размещены опорные подшипники 17 водила 11. В качестве опорных подшипников 17 используются подшипники качения 18, однако в альтернативном случае могут быть применены подшипники скольжения из антифрикционного материала (не показано). Водило 11 выполнено пустотелым с проходным центральным отверстием 19, ось которого параллельна осям участков водила с эксцентриковыми поверхностями. На эксцентричных поверхностях 12 и 13 водила 11 установлены сателлиты 9 и 10, соответственно, в виде колес с наружным зубчатым венцом для зацепления с внутренними зубьями центрального колеса 8. Сателлиты 9, 10 имеют несколько равномерно распределенных вокруг своей оси сквозных окон 20. В окнах 20 размещены элементы связи с задней частью корпуса 3 в виде цилиндрических пальцев 21, установленных параллельно оси входного вала 11 с возможностью взаимодействия со стенками окон сателлитов. Концы пальцев 21 с одной стороны связаны силовым кольцом 22, которое установлено с возможностью вращения в кольцевой выемке 23 задней части 3 корпуса. С другой стороны пальцы 21 соединены для передачи вращающего момента со спиральным диском 7. Смещение оси сателлита относительно оси водила в процессе

работы передачи обеспечивается тем, что диаметры окон 20 больше диаметров пальцев 21. Сателлиты 9, 10 установлены на эксцентричных поверхностях водила посредством тел 24 качения, выполненных в виде игольчатых или цилиндрических роликов, служащих для сателлитов в качестве опорных элементов. Также сателлиты могут быть установлены на эксцентричных поверхностях водила посредством элементов скольжения из антифрикционного материала, например, выполненных в виде металлофторопластовых втулок (не показано). Так, в различных отраслях техники широко распространены свертные втулки европейского производителя: Металлофторопластовая лента (МФЛ) представляет собой композиционный многослойный антифрикционный материал. Данный композит состоит из трех слоев: стальной основы с медным или латунным покрытием; пористого слоя из гранул бронзы, напеченного на стальную меднённую или латунированную основу; слоя из фторопласта с наполнителем дисульфид молибдена, покрывающего тонкой пленкой гранулы бронзы (прирабочный слой) и заполняющего пустоты пористого бронзового слоя. Детали из ленты МФЛ являются массовыми в производстве и имеют малую себестоимость, поэтому предпочтительны для применения. В ином практическом варианте сопрягаемые с выемкой 23 корпуса поверхности силового кольца 22 и/или сопрягаемые с сателлитами эксцентричные поверхности 12, 13 водила можно выполнить с покрытием из антифрикционного материала с высоким коэффициентом скольжения, например, на основе пластмасс, в частности, полиамидов, полиоксиметиленов, полиэтилентерефталатов, полибутилентерефталатов.

Применение на практике конструкции зажимного самоцентрирующего токарного патрона позволит решить заявленные в изобретении задачи.



Фиг. 1



Фиг. 2

Рисунок 1.7 – Схема к патенту № ЕА023738В1.

Описание к патенту № RU143098U1

Патрон для закрепления длинномерных нежестких тонкостенных заготовок, содержащий корпус патрона и прямые кулачки, отличающийся тем, что к прямым кулачкам жестко закреплены охватывающие секторы, выполненные в виде части кольца, причем с наружной стороны к охватывающим секторам по их плоскости симметрии закреплены ребра жесткости, установленные на прямые кулачки.

Патрон для закрепления длинномерных нежестких тонкостенных заготовок, содержащий корпус патрона и прямые кулачки, отличающийся тем, что к прямым кулачкам жестко закреплены охватывающие секторы, выполненные в виде части кольца, причем с наружной стороны к охватывающим секторам по их плоскости симметрии закреплены ребра жесткости, установленные на прямые кулачки.

Недостатком данных конструкций патронов состоит в том, что кулачки

имеют недостаточный вылет для закрепления длинномерных тонкостенных заготовок.

Известны наиболее близкие конструкции токарных патронов, содержащие корпус и кулачки (ГОСТ 2675-80 «Патроны самоцентрирующие трехкулачковые.

Недостатком данных конструкций состоит в том, что не обеспечивается требуемая точность обработки, так как кулачки патрона имеют недостаточную величину угла охвата тонкостенных заготовок, что приводит к концентрированию зажимной силы по периферии базовой цилиндрической поверхности заготовки в местах контакта с кулачками.

Решение поставленной технической задачи достигается тем, что патрон для закрепления длинномерных нежестких тонкостенных заготовок, содержащий корпус патрона и прямые кулачки к которым жестко закреплены охватывающие секторы, выполненные в виде части кольца, причем с наружной стороны к охватывающим секторам по их плоскости симметрии закреплены ребра жесткости, установленные на прямые кулачки.

На Фиг. 1 изображен общий вид патрона.

На Фиг. 2 изображен в изометрии в сборном состоянии прямой кулачок 2, охватывающий сектор 3 и ребро жесткости 4.

Патрон для закрепления длинномерных нежестких тонкостенных заготовок содержит корпус патрона 1 с прямыми кулачками 2, с которыми жестко связаны охватывающие сектора 3, а на наружной стороне жестко закреплены ребра жесткости 4, которые установлены на прямые кулачки 2.

Патрон для закрепления длинномерных нежестких тонкостенных заготовок работает следующим образом: прямые кулачки 2, охватывающие сектора 3 и ребра жесткости 4 находятся посредством сварных соединений в сборочном состоянии и устанавливаются стандартным способом в корпус патрона 1. Длинномерную тонкостенную заготовку устанавливают в токарный патрон 1 и

закрепляют ее за базовый диаметр, который выполнен в середине поля допуска. В результате увеличенного обхвата кулачками 2 за счет прикрепленных к ним охватывающих секторов 3, при контакте с базовым диаметром заготовки сила закрепления равномерно распределяется по всей периферии базовой цилиндрической поверхности заготовки.

Техническое решение позволяет повысить точность обрабатываемой продукции на основе минимизирования упругих деформаций при токарной обработке длинномерных тонкостенных заготовок.

Патрон для закрепления длинномерных нежестких тонкостенных заготовок, содержащий корпус патрона и прямые кулачки, отличающийся тем, что к прямым кулачкам жестко закреплены охватывающие секторы, выполненные в виде части кольца, причем с наружной стороны к охватывающим секторам по их плоскости симметрии закреплены ребра жесткости, установленные на прямые кулачки.

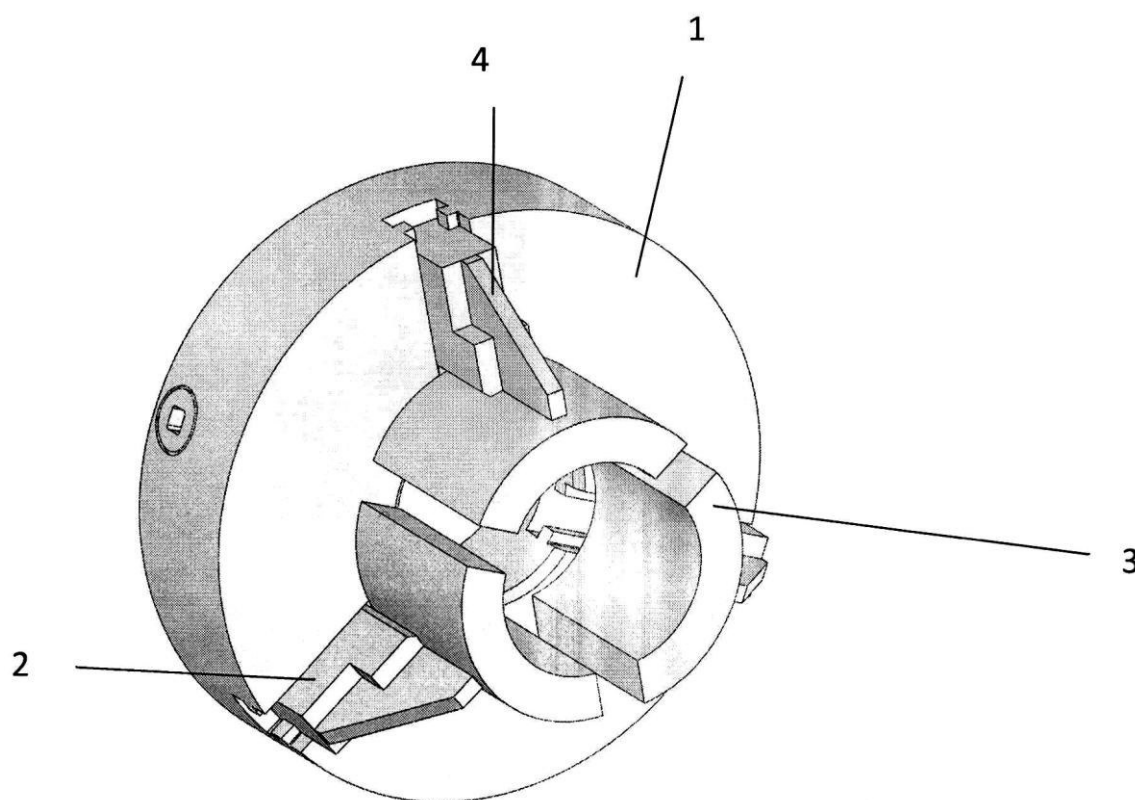


Рисунок 1.8 – Схема к патенту № RU143098U1.

Описание к патенту №ЕА026897В1

Изобретение относится к станкостроению, а именно к устройствам для закрепления заготовок на шпинделе токарного станка.

Существенным недостатком известного устройства является отсутствие по оси вращения патрона сквозного отверстия, что не позволяет выполнять на станках технологические токарные операции, связанные с обработкой длинномерного пруткового материала. Кроме того, такая конструкция сложна в изготовлении и не обеспечивает достаточного усилия зажима заготовки в патроне из-за повышенного трения в механизме его привода при заданном крутящем моменте на входном валу.

Наиболее близким к изобретению из известных технических решений является взятый за прототип самоцентрирующий патрон [3], содержащий составной корпус с направляющими пазами для реек кулачков связанных со спиральным диском, который снабжен механизмом привода высокой редукции, выполненным в виде планетарной зубчатой передачи, состоящий из вращающегося в корпусе центрального зубчатого колеса, сателлитов и водила с двумя равными и противоположно направленными эксцентричными поверхностями. Сателлиты выполнены в виде колес с наружным зубчатым венцом и установлены на эксцентричных поверхностях водила, а корпус имеет направляющие пальцы для взаимодействия со стенками радиальных окон, выполненных в спицах сателлитов. Водило смонтировано на подшипниках в стакане, который охвачен корпусом и удерживается в нем от осевого смещения крышкой, прикрепленной к стакану винтами.

Конструкция упомянутого патрона усложнена из-за особенностей компоновки водила внутри стакана, а также не имеет по оси вращения проходного отверстия и, таким образом, не соответствует требованию универсальности, согласно которому отверстие шпинделя станка должно быть использовано для прохода пруткового материала.

Задачей, на решение которой направлено изобретение, является упрощение конструкции зажимного самоцентрирующего патрона, а также расширение эксплуатационных характеристик упомянутых изделий путем удовлетворения требования универсальности, позволяющего патронам зажимать прутковые материалы увеличенной длины для выполнения технологических операций при токарной обработке.

Для решения поставленной задачи предложено зажимной самоцентрирующий патрон выполнить содержащим составной корпус, который имеет заднюю часть для соединения со шпинделем Сателлиты имеют окна с размещенными в них элементами связи с корпусом для передачи вращающего момента центральному колесу. Водило выполнено пустотелым с проходным центральным отверстием. Подшипники на первом и втором конце водила установлены с возможностью непосредственного опорного взаимодействия с цилиндрическими осевыми расточками, выполненными со стороны внутренней боковой поверхности в, соответственно, передней и задней частях корпуса.

В предпочтительном варианте исполнения водило может быть выполнено составным из цилиндрического пустотелого вала и расположенных на валу в плоскости эксцентриситета двух эксцентриковых втулок, зафиксированных от проворота, на которых установлены с возможностью вращения сателлиты. В частном случае, расположенные на валу втулки с образованием двух равных и противоположно направленных эксцентричных поверхностей, могут быть выполнены в виде по существу цельной детали. Для фиксации от проворота эксцентриковых(ой) втулок(ки) на цилиндрическом валу предусмотрены технические стандартные средства, такие как призматические шпонки или винты.

Согласно изобретению элементы связи между сателлитами и корпусом могут быть выполнены в виде цилиндрических пальцев, жестко закрепленных в окнах соседнего с задней частью корпуса сателлита. При этом пальцы установлены с возможностью взаимодействия со стенками окон другого сателлита

и по меньшей мере одним окном, выполненным в задней части корпуса.

В другом предпочтительном варианте исполнения зажимного патрона элементы связи между сателлитами и корпусом могут быть выполнены в виде жестко закрепленных в задней части корпуса цилиндрических пальцев, которые установлены с возможностью взаимодействия со стенками окон сателлитов. Кроме того, может быть предпочтительным опорный подшипник выполнить в виде подшипника качения.

В следующем предпочтительном варианте исполнения патрона сателлиты могут быть установлены на эксцентричных поверхностях водила с возможностью опоры посредством тел качения. В качестве тел качения между сателлитом и водилом может быть установлены сферические ролики, при этом в сателлите и водиле предусмотрены дорожки качения для размещения указанных тел качения. Также в качестве тел качения между сателлитами и водилом могут быть установлены цилиндрические ролики, при этом на эксцентричных поверхностях водила предусмотрены дорожки качения для размещения указанных тел качения.

В соответствии с изобретением предложен вариант исполнения патрона, в котором центральное зубчатое колесо может быть установлено с возможностью опоры в корпусе посредством тел качения, а для размещения последних в центральном зубчатом колесе и корпусе предусмотрены дорожки качения. Тела качения могут быть выполнены в виде сферических роликов, которые расположены в общем кольцевом пространстве, ограниченном поверхностями дорожек качения, образованными на внешнем диаметре центрального колеса, а также в зоне торцевых сторон сопряженных частей корпуса. Техническое решение изобретения предусматривает также вариант исполнения, в котором тела качения могут быть выполнены в виде цилиндрических роликов, которые расположены в общем кольцевом пространстве, ограниченном поверхностями дорожек качения, образованными на внешнем диаметре центрального зубчато-

го колеса, а также поверхностей наклоненных под углом 45° относительно оси вращения упомянутого колеса в зоне торцевых сторон сопряженных частей корпуса.

В частном случае выполнения, патрон может быть оборудован ограничительным упором для предотвращения непреднамеренного вылета кулачков из корпуса. Упор выполнен в виде подвижного в осевом направлении и подпружиненного относительно задней части корпуса цилиндрического стержня с осью, параллельной оси патрона. Стержень установлен и зафиксирован от осевого вращения в передней части корпуса посредством выполненных в нем сколов, сопряженных с боковой поверхностью кулачка, причем между скосами цилиндрического стержня расположен выступ с возможностью взаимодействия с канавкой выполненной на рабочую длину в боковой грани кулачка.

Сущность отличий изобретения от прототипа состоит в том, что в предлагаемой конструкции патрона опорные подшипники водила установлены непосредственно в цилиндрических расточках внутри соответствующих частей корпуса. Это упростило устройство привода за счет изъятия в нем стакана и позволило компоновать планетарную передачу пустотелым водилом с достаточным по размеру проходным отверстием для зажима в патроне длинномерного пруткового материала, подаваемого, например, через шпиндель станка в ручном или автоматическом режиме. Последнее обстоятельство расширяет эксплуатационные характеристики изделий при выполнении технологических операций токарной обработки, что может найти использование в гибких автоматизированных производственных системах.

На фиг. 1 приведен общий вид зажимного патрона в разрезе (А-А), на фиг. 2 - вид патрона по Б-Б на фиг. 1, на фиг. 3 - разрез патрона плоскостью проходящей через ось ограничительного упора вылета кулачков (местное сечение В-В на фиг. 1), на фиг. 4 - изображение кулачка, на фиг. 5 - пример выполнения патрона, на фиг. 6- пример выполнения эксцентрикового подшипни-

кового узла, на фиг. 7 - другой пример выполнения патрона.

Патрон содержит составной корпус 1, включающий переднюю часть 2 и заднюю часть 3 для соединения со шпинделем станка. В передней части 2 корпуса выполнены радиальные направляющие Тобразные пазы 4, в которых с возможностью перемещения установлены зажимные кулачки 5 с ограничительным упором их вылета. Упор выполнен в виде (фиг. 3) подвижного в осевом направлении и подпружиненного упругим элементом 6 относительно задней части 3 корпуса цилиндрического стержня 7 с осью, параллельной оси патрона. Стержень 7 упора установлен и зафиксирован от осевого вращения в передней части 2 корпуса посредством выполненных в нем скосов 8, сопряженных с боковой поверхностью кулачка 5, причем между скосами цилиндрического стержня расположен выступ 9 с возможностью взаимодействия с канавкой 10 выполненной на рабочую длину B в боковой грани кулачка. Кулачки 5 для закрепления заготовки разнесены по оси патрона и связаны посредством реек 11 со спиральным диском 12, установленным с возможностью вращения на ступице части 2 корпуса. Диск 12 с одной стороны имеет на торце спиральную нарезку, соединенную с зубьями реек 11 кулачков, а с другой стороны, соединен с механизмом привода высокой редукции. Привод выполнен в виде планетарной зубчатой передачи, состоящей из установленного в корпусе 1 с возможностью вращения центрального зубчатого колеса 13 внутреннего зацепления, сателлитов 14, 15 и входного вала - водила 16 с двумя равными и противоположно направленными эксцентричными поверхностями 17 и 18. Вращение от колеса 13 передается через шипы 19 спиральному диску 12. Части 2 и 3 корпуса имеют со стороны их внутренней боковой поверхности цилиндрические осевые расточки 20 и 21, соответственно, в которых размещены опорные подшипники 22, установленные на свободных концах водила 16. В качестве опорных подшипников 22 водила используются радиально-упорные подшипники качения. Водило 16 выполнено составным из пустотелого цилиндри-

ческого приводного вала 23 и жестко зафиксированных на нем в плоскости эксцентриситета посредством шпонок 24 двух эксцентриковых втулок 25. Ось центрального отверстия вала 23 параллельна осям участков водила, сформированных втулками 25 с образованием эксцентричных поверхностей 17 и 18. На эксцентриковых втулках 25 установлены с возможностью вращения сателлиты 14 и 15 в виде колес с наружным зубчатым венцом для зацепления с внутренними зубьями центрального колеса

13. Сателлиты 14, 15 имеют несколько равномерно распределенных вокруг своей оси сквозных окон 26. В окнах 26 размещены направляющие элементы 27 связи с задней частью корпуса 3 в виде цилиндрических пальцев, установленных параллельно оси входного вала 16 с возможностью взаимодействия со стенками окон сателлитов. С другой стороны пальцы 27 жестко соединены с задней частью 3 корпуса. Смещение оси сателлита относительно оси водила в процессе работы передачи обеспечивается тем, что диаметры окон 26 больше диаметров пальцев 27. Сателлиты 14, 15 установлены на эксцентричных поверхностях водила с возможностью опоры посредством тел 28 качения, выполненных в виде сферических роликов. Для размещения роликов 28 в сателлитах и эксцентриковых втулках 25 водила предусмотрены дорожки качения. С тем чтобы установить тела 28 качения в кольцевое пространство 29, образованное между дорожками качения, в эксцентриковых втулках 25 выполнены технологические отверстия, в которых расположен с возможностью взаимодействия со сферическими роликами цилиндрический запорный элемент 30. Центральное зубчатое колесо 13 установлено с возможностью опоры в корпусе 1 посредством тел 31 качения, при этом в центральном колесе и корпусе предусмотрены дорожки качения для размещения указанных тел качения. Тела 31 качения выполнены в виде сферических роликов, которые расположены в общем кольцевом пространстве 32, ограниченном поверхностями дорожек качения, образованными на внешнем диаметре центрального зубчатого колеса

13, а также в зоне торцевых сторон сопряженных частей 2, 3 корпуса.

Теперь будут представлены другие варианты осуществления настоящего изобретения. И только те части, которые отличаются от изображенного на фиг. 1-4 устройства будут показаны и описаны, а для обозначения идентичных или аналогичных элементов будут использованы те же ссылочные позиции.

На фиг. 5 показан вариант осуществления изобретения, где центральное зубчатое колесо 13 для опоры в корпусе 1 установлено с возможностью вращения посредством тел качения 31, выполненных в виде цилиндрических роликов с перекрещенными осями. Ролики 31 расположены в общем кольцевом пространстве, ограниченном поверхностями дорожек качения, образованными на внешнем диаметре колеса 13, а также поверхностей наклоненных под углом 45° относительно оси вращения указанного колеса в зоне торцевых сторон сопряженных частей 2, 3 корпуса. Между сателлитами 14, 15 и водилом 16 в качестве тел 28 качения также установлены цилиндрические ролики, при этом на валу 23 составного водила установлены посредством шпонок 24 эксцентриковые втулки 25, на которых предусмотрены дорожки качения для размещения указанных тел качения. Расположенные на эксцентриковых втулках тела 28 качения могут быть заключены в сепаратор. Подшипниковой промышленностью выпускается ряд таких стандартных узлов, которые в данном случае можно применить.

На фиг. 6 показан вариант исполнения такого подшипникового узла, в котором эксцентриковые втулки с противоположно направленными эксцентричными поверхностями выполнены в виде цельной детали 25.

В варианте осуществления изобретения, представленном на фиг. 7, элементы связи между сателлитами и корпусом выполнены в виде цилиндрических пальцев 27, жестко закрепленных в окнах соседнего с задней частью 3 корпуса сателлита 14, при этом пальцы установлены с возможностью взаимодействия со стенками окон 26 другого сателлита 15 и по меньшей мере одним

окном 33, выполненным в задней части 3 корпуса 1. Центральное зубчатое колесо 13 установлено с возможностью опоры в корпусе посредством элемента 34 скольжения из антифрикционного материала. Сателлиты 14, 15 также установлены на эксцентричных поверхностях водила с возможностью опоры посредством элементов скольжения из антифрикционного материала, например, выполненных в виде металлофторопластовых втулок 35. Так, в различных отраслях техники широко распространены свертные втулки европейского производителя. Металлофторопластовая лента (МФЛ) представляет собой композиционный многослойный антифрикционный материал. Данный композит состоит из трех слоев: стальной основы с медным или латунным покрытием; пористого слоя из гранул бронзы, напеченного на стальную медненную или латунированную основу; слоя из фторопласта с наполнителем дисульфид молибдена, покрывающего тонкой пленкой гранулы бронзы (прирабочный слой) и заполняющего пустоты пористого бронзового слоя. Детали из ленты МФЛ являются массовыми в производстве и имеют малую себестоимость, поэтому предпочтительны для применения. В ином практическом варианте, сопрягаемые с корпусом 1 поверхности центрального зубчатого колеса 13 и/или сопрягаемые с сателлитами 14, 15 эксцентричные поверхности 17, 18 водила, можно выполнить с покрытием из антифрикционного материала с высоким коэффициентом скольжения, например, на основе пластмасс, в частности, полиамидов, полиоксиметиленов, полиэтилентерефталатов, полибутилентерефталатов. Выбор конкретного варианта трибосопряжения в подшипниковом узле основывается на оптимальном сочетании экономических, технологических и эксплуатационных характеристик зажимного патрона.

Зажимной патрон работает следующим образом. Вращение входного вала - водила 16 с эксцентричными поверхностями преобразуется в плоскопараллельное движение удерживаемых пальцами 27 от вращения сателлитов 14, 15, которые сообщают вращательное движение центральному колесу 13. Далее

вращение от зубчатого колеса 13 передается спиральному диску 12 через размещенные в дуговых пазах на его торце шипы 19. Спиральный диск 12, поворачиваясь, сообщает поступательное движение кулачкам 5, которые сходятся и зажимают заготовку детали. При освобождении заготовки оператор с помощью механизма привода раскрывает кулачки 5, перемещение которых от центра к периферии корпуса 1 будет ограничено описанным выше стержнем 7 упора. Кулачок 5 может передвигаться по радиальным пазам 4 только на длину рабочего хода B , которая определяется длиной канавки 10 при касании конца последней к выступу 9 упора.

Таким образом, в конструкции предложенного патрона предусмотрена защита от вылета кулачков в случае непредвиденного хода рейки при несовершенстве управления оператором, либо в случае поломки спирально-реечного зацепления, когда кулачок 5 самовольно стремится выпасть в центробежном направлении из корпуса патрона. Для снятия кулачков 5 нужно нажать на верхнюю выступающую часть стержня 7, при этом упругий элемент 6 сожмется, выступ 9 упора выйдет из канавки 10, что обеспечит свободное передвижение кулачков. Следовательно, кулачки с помощью механизма их привода можно беспрепятственно снять с патрона и произвести замену, действуя в обратном порядке.

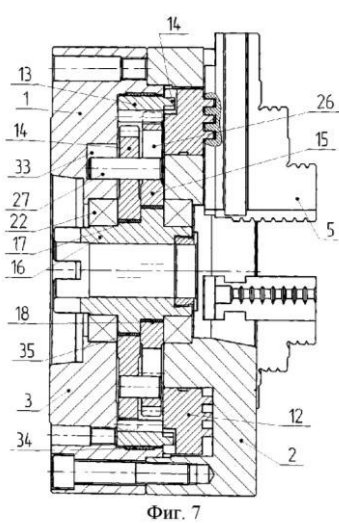
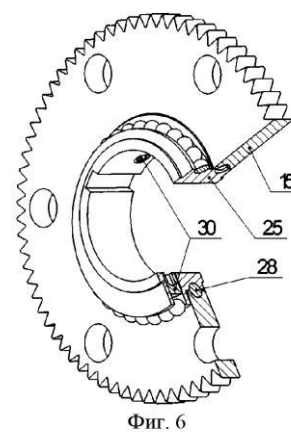
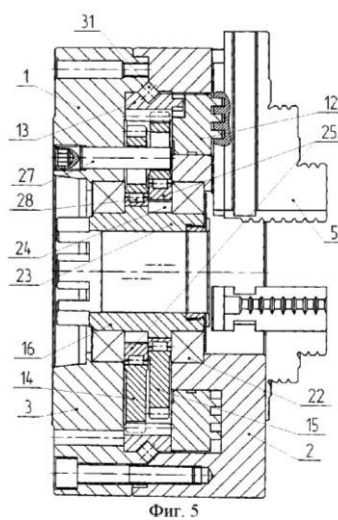
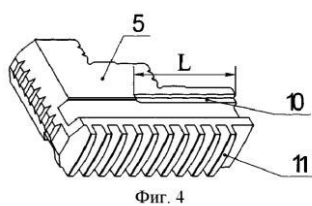
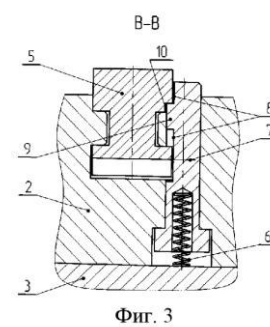
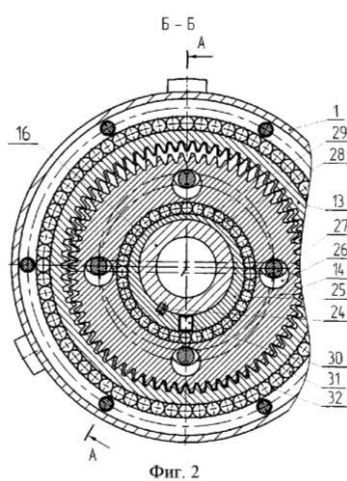
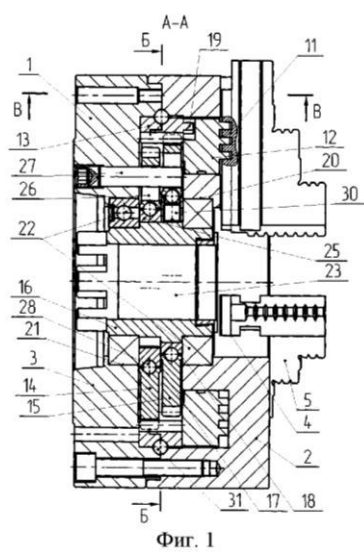


Рисунок 1.9 – Схема к патенту №ЕА026897В1.

2 РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ДЕТАЛИ.

2.1 Обоснование программы выпуска изделий.

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций $K_{з.о.}$.

Условно различают три основных типа производства: массовое, серийное и единичное.

Приняты следующие коэффициенты серийности:

для массового производства - $K_{з.о.} = 1 \div 2$; для крупносерийного - $K_{з.о.} = 2 \div 10$; для среднесерийного - $K_{з.о.} = 10 \div 20$; для мелкосерийного - $K_{з.о.} = 20 \div 40$; для единичного - $K_{з.о.} > 40$.

На базовом предприятии имеется 30,0 рабочих мест. Предприятие изготавливает 150,0 наименований деталей и на одну деталь в среднем приходится по 8 операций, то есть

$$K_{з.о.} = \frac{150,0 \cdot 8}{30,0} = 40.$$

Таким образом, производство является мелкосерийным.

2.2 Выбор заготовки и расчет припусков на заготовку.

1. Исходная заготовка: штамповка, $A_{И.З.}^{+1,3}_{-0,7}$, $R_Z = 160 \text{ мкм}$, $h_{И.З.} = 250 \text{ мкм}$, $\Delta K = 0,7 \text{ мкм/мм}$; $\rho = 0,7 \cdot 540 / 1000 = 0,224 \text{ мм}$; $\varepsilon = 0,12$.

2. Заготовка после чернового обтачивания $R_Z = 80 \text{ мкм}$; $h = 80 \text{ мкм}$; $\rho = 0,224 \cdot 0,06 = 0,013 \text{ мм}$; $\varepsilon = 0,09$, погрешность по 11 качеству: $T = 0,22 \text{ мм}$. [10]

3. Обтачивание чистовое: $R_Z = 20 \text{ мкм}$; $h = 30 \text{ мкм}$; $\rho = 0,008 \text{ мм}$; $\varepsilon = 0,055$. [10]

Чистовое обтачивание:

$$z_{\text{фр.чист}}^{\min} = 2 \cdot (z_{i-1} + h_{i-1}) \sqrt{\varepsilon_i^2 + \rho^2} =$$

$$= 2 \cdot (0,08 + 0,08) \sqrt{0,013^2 + 0,09^2} = 0,25099 \text{ мм}$$

Номинальный (расчетный) припуск $z_{i_{\text{НОМ}}} = z_{i_{\text{мин}}} + T_{A_{i-1}}$

$$z_{i_{\text{НОМ}}} = 0,251 + 0,087 = 0,338 \text{ мм};$$

$$z_{\text{фр.чист}}^{\min} = 0,251 + 0,22 = 0,471 \text{ мм}.$$

Максимальный припуск: $z_i^{\max} = z_i^{\min} + T_{A_{i-1}} + T_{A_i}$

$$z_{\text{фр.чист}}^{\max} = 0,251 + 0,087 + 0,22 = 0,558 \text{ мм}.$$

Обтачивание черновое:

Номинальный наибольший операционный размер на обтачивание черновое $A_{\text{фр.черн}} = \Phi_{\text{фр.чист}} + z_{\text{ном}}^{\text{фр.чист}} = 40 + 0,471 = 40,471 \text{ мм};$

$$A_{\text{фр.черн}} = 40,471^{+0,22} \text{ мм}.$$

Таблица 2.1.- Определение припусков на деталь

Технологические переходы обработки поверхностей	Элементы припусков				Расчет. припуск.	Расчет. разм., мм	Допуск, мкм	Предел.		Пред. знач. прип.	
	R_z	h	ρ	ε				$M_{\min}$	$M_{\max}$	$z_{\min}$	$z_{\max}$
Заготовка	160	250	0,224	0,12	-	41,83	2000	41,93	42,5	-	-
								2			
Обтачивание черновое	80	80	0,012	0,09	0,66	41,47	220	41,47	40,8	0,6	1,63
								1		6	
Обтачивание чистовое	20	30	0,008	0,055	0,25	40,33	87	40,33	40,5	0,2	0,55
								6		5	

Расчет произведен по методике изложенной в [3].

Минимальный припуск на черновое обтачивание:

$$z_{\text{фр.черн}}^{\min} = (0,16 + 0,25) \sqrt{0,224^2 + 0,12^2} = 0,644 \text{ мм}.$$

Номинальный (расчетный) припуск на обтачивание черное:

$$z_{\text{ном}}^{\text{фр.черн}} = z_{\text{фр.черн}}^{\text{мин}} + E \cdot I_{\text{И.З.}} = 0,664 + 0,7 = 1,364 \text{ мм.}$$

Расчетный размер заготовки:

$$A_{\text{И.З.}} = A_{\text{фр.черн}} + z_{\text{фр.черн}}^{\text{ном}} = 40,47 + 1,364 = 41,83_{-0,7}^{+1,3} \text{ мм.}$$

2.3 Расчет режимов резания.

Расчет режимов резания можно проводить двумя методами: аналитическим и табличным.

Рассчитаем режимы резания на операцию токарную, а именно – точение поверхности диаметром $\varnothing 40$ мм. Расчет проведем по [17].

В качестве инструмента выбираем токарный проходной упорный резец с пластиной из твердого сплава Т15К6, габаритными размерами 16x10x100 мм по ГОСТ 18879 – 73.

Определим глубину резания по формуле:

$$t = (D-d)/2 \text{ мм,}$$

где $D = 53.4$ мм – диаметр заготовки,

$d = 40$ мм – диаметр обработанной поверхности.

Подставляя известные величины в формулу, получим:

$$t = (53.4 - 40) / 2 = 6.7 \text{ мм}$$

Так как высоких требований к обрабатываемой поверхности не предъявляется и глубина резания невелика, то принимаем подачу $S=0.7$ мм/об.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = C_v / (T_m \cdot t_x \cdot S_y) \cdot K_v \text{ м/мин,}$$

где T - среднее значение стойкости, мин;

(при одноинструментной обработке $T=60$ мин)

$t = 6.7$ мм - глубина резания;

$S=0.7$ мм/об – подача;

Значение коэффициентов C_v и показателей степеней выбираем из [17]

Получаем: $C_v = 340$, $x = 0.15$, $y = 0.45$, $m = 0.2$.

Коэффициент K_v определяется по формуле:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{uv}$$

где K_{mv} - коэффициент учитывающий влияние материала заготовки;

K_{pv} - коэффициент учитывающий состояние поверхности;

K_{uv} - коэффициент учитывающий материал инструмента;

Определим коэффициент K_{mv} по формуле:

$$K_{mv} = K_r \cdot (750/\sigma_b)^{n_v}$$

где $K_r = 1.0$ – коэффициент зависящий от группы стали;

$\sigma_b = 610 \text{ Н/мм}^2$ – предел прочности для стали 45.

Приняв $K_{pv} = 0.8$, $K_{uv} = 1$, $n_v = 1.75$, подставляя известные величины в формулу, получим:

$$K_{mv} = 1.0 \cdot (750/610)^{1.75} = 1.44$$

Подставляя известные величины в формулу, получим:

$$K_v = 1.44 \cdot 0.8 \cdot 1.0 = 1.15$$

Выбрав значения показателей степеней из таблиц и подставляя их величины в формулу, получим:

$$V = 340 / (400.2 \cdot 1.40.15 \cdot 0.70.45) \cdot 1.15 = 200 \text{ м/мин}$$

Частоту вращения шпинделя определяем по формуле:

$$n = 1000 \cdot v / (\pi \cdot D) \text{ мин}^{-1},$$

где $D = 40 \text{ мм}$ – обрабатываемый диаметр.

Подставляя известные величины в формулу, получим:

$$n = 1000 \cdot 200 / (\pi \cdot 40) = 1273 \text{ мин}^{-1}$$

Уточнив по паспорту станка, принимаем $n = 1250 \text{ мин}^{-1}$.

Для данной частоты вращения шпинделя уточняем скорость резания по формуле:

$$V = \pi \cdot D \cdot n / 1000 \text{ м/мин},$$

Подставляя известные величины в формулу, получим:

$$V = \pi \cdot 40 \cdot 1250 / 1000 = 196 \text{ м/мин.}$$

Определим силы резания. Силы резания будут действовать вдоль трех осей координат x , y , z и называются соответственно P_x , P_y , P_z . Наибольшей из них является сила P_z , поэтому дальнейший расчет ведем по ней.

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t_x \cdot S_y \cdot v_n \cdot K_p \text{ Н,} \quad (2.2.)$$

где $C_p = 200$ – коэффициент;

x , y , n - показатели степени. $x = 1.0$; $y = 0.75$; $n = 0$

K_p - поправочный коэффициент определяем по формуле:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\alpha p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{tr} \quad (2.3.)$$

где $K_{\alpha p}$ - коэффициент зависящий от главного угла в плане;

$K_{\gamma p}$ - коэффициент зависящий от переднего угла;

$K_{\lambda p}$ - коэффициент зависящий от заднего угла;

K_{tr} - коэффициент зависящий от радиуса на вершине резца.

K_{mp} - коэффициент зависящий от материала заготовки, определяется как:

$$K_{mp} = (\sigma_b / 750)^n \quad (2.4.)$$

где $n = 1$ – показатель степени.

Подставляя известные величины в формулу, получим:

$$K_{mp} = (610 / 750)^1 = 0.81$$

По [17] выбираем: $\alpha_p = 0.98$; $K_{\gamma p} = 1.15$; $K_{\lambda p} = 1.0$; $K_{tr} = 0.87$.

Подставляя известные величины в формулу, получим:

$$K_p = 1 \cdot 0.98 \cdot 1.15 \cdot 1 \cdot 0.87 = 0.81$$

Подставив все вычисленные значения в формулу получаем:

$$P_z = 10 \cdot 200 \cdot 1.41 \cdot 0.7075 \cdot 2000 \cdot 0.81 = 1695 \text{ Н.}$$

Определим основное технологическое время по формуле:

$$T_o = L_{p.x.} / (S_g \cdot n_g) \cdot i \text{ мин,} \quad (2.5.)$$

где $L_{p.x.}$ – длина рабочего хода, определяется как:

$$L_{p.x.} = l + y + \Delta \text{ мм}, \quad (2.6.)$$

где $l = 30 \text{ мм}$ – длина резания;

$y = 2 \text{ мм}$ – величина врезания;

$\Delta = 0 \text{ мм}$ – длина перебега.

Подставляя известные величины в формулу, получим:

$$L_{p.x.} = 30 + 2 = 32 \text{ мм}$$

Подставляя эти величины в формулу, получим:

$$T_o = 32 / (1250 \cdot 0.7) = 0.037 \text{ мин}$$

Определим мощность, необходимую для осуществления процесса резания по формуле:

$$N_{рез} = P_z \cdot V_d / (60 \cdot 1020) \text{ кВт},$$

Подставляя известные величины в формулу, получим:

$$N_{рез} = 1695 \cdot 1960 / (60 \cdot 1020) = 5.4 \text{ кВт}$$

Остальные режимы резания рассчитаем табличным методом. В качестве примера определим режимы резания при зацентровке вала диаметром сверла. Расчет проводим по [13].

Глубина резания определяется как:

$$t = d/2 \text{ мм},$$

где d – диаметр просверливаемого отверстия, мм.

Подставляя известные величины в формулу, получим:

$$t = 2,5/2 = 1,25 \text{ мм}.$$

Длина рабочего хода определяется по формуле:

$$L_{p.x.} = l_{рез} + y + l_{доп} \text{ мм}, \quad (2.7.)$$

где $l_{рез} = 9,0 \text{ мм}$ – длина резания;

$y = 1,6 \text{ мм}$ – величина врезания;

$l_{доп} = 0 \text{ мм}$ – длина перебега.

Подставляя известные величины в формулу, получим:

$$L_{p.x.} = 9,0 + 1,6 = 10,6 \text{ мм}$$

Назначим подачу на оборот шпинделя: $S_o=0.32$ мм/об

Определим стойкость инструмента по формуле:

$$T_p = \lambda \cdot T_m \text{ мин}, \quad (2.8.)$$

где $T_m = 80$ мин – стойкость машинной работы инструмента.

λ - коэффициент времени рабочего хода, определяется по формуле:

$$\lambda = L_{\text{рез}} / L_{\text{рх}} \quad (2.9.)$$

Подставляя известные величины в формулу получим:

$$\lambda = 40/10,6 = 0.4$$

$$T_p = 0.4 \cdot 80 = 32 \text{ мин}$$

Рассчитаем скорость резания V , м/мин и число оборотов шпинделя n , мин-1.

$$V = V_{\text{табл.}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \text{ м/мин},$$

где $V_{\text{табл.}} = 24$ м/мин – табличное значение скорости.

$K_1 = 0.8$ – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$K_2 = 1$ – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента;

$K_3 = 1$ – коэффициент, зависящий от отношения $L_{\text{рез}}/d$.

Подставляя известные величины в формулу, получим:

$$V = 24 \cdot 0.8 = 19.2 \text{ м/мин.}$$

Значения частоты оборотов шпинделя определяем по формуле

$$n = 100 \cdot 19.2 / (\pi \cdot 25) = 245 \text{ мин-1.}$$

По паспорту станка принимаем $n=250$ мин-1. Уточним скорость резания по формуле :

$$V = \pi \cdot 25 \cdot 250 / 1000 = 19.6 \text{ м/мин}$$

Определим основное машинное время по формуле :

$$T_o = 10,6 / (250 \cdot 0.32) = 1.33 \text{ мин.}$$

Режимы резания на остальные операции рассчитаем аналогично и результаты занесем в таблицу (табл. 2.2.).

Таблица 2.2. – Сводная таблица режимов резания

№	№	Наименование	t	Д	n _д	V	S	L _{рх}	To
оп.	пер	операции или перехода	мм		об/ мин	м/ мин	мм/ об	мм	мин
05		Токарная							
	1	точить Ø40	1.7	40	1250	196	0.7	35	0.05
	2	подрезать торец	1.6	85	160	25	0.6	20	0.21
3 0		Вертик.- фрезерная							
		фрез. поверхность	1.6	100	630	198	2	104	0.1
		фрез. поверхность	1.6	100	630	198	2	104	0.1
3 5		Вертик.- сверлильн.							
		центровать	1	8	1000	27	0.16	11	0.07
		сверлить	2.5	5	1400	22	0.1	12	0.07
		зенковать	1	7	1400	25	0.16	5	0.02
4 0		нарезать резьбу	1	6	250	7	1	16	0.11

2.4 Расчет инструментального оснащения.

2.4.1 Выбор конструктивных параметров сверла для зацентровки

Определяем режим резания по нормативам:

- глубина резания $t = 3 \text{ мм}$;
- находим подачу на оборот $S_0 = 0,6 \text{ мм/об}$;

– скорость главного движения резания $v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_y} \cdot k_v$,

где D - диаметр режущего инструмента, равный 35 мм;

T - период стойкости инструмента, равный 50 мм;

t - глубина резания, мм;

S - подача на оборот, мм/об;

$$v = \frac{10 \cdot 35^{0,6}}{50^{0,45} \cdot 3^{0,3} \cdot 0,6^{0,6}} \cdot 0,5 = 7,1 \text{ м/мин};$$

– крутящий момент и осевая сила

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot k_p,$$

где $q = 2,2$; $x = 1,0$; $y = 0,8$ [7],

$$k_p = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^{0,75} = \left(\frac{1250}{750} \right)^{0,75} = 1,47;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,012 \cdot 35^{2,2} \cdot 3^{1,0} \cdot 0,6^{0,1} \cdot 1,47 = 877 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot k_p,$$

где $x = 1,0$; $y = 0,75$ [7].

$$k_p = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^{0,3} = 1,16,$$

$$P_0 = 10 \cdot 42 \cdot 3 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 1,16 = 996,4 \text{ Н}.$$

Осевую составляющую силы резания можно разложить на две силы:

1. Q - действующую нормально к образующей конуса $Q = P_x / \sin \Theta$, где Θ - угол конусности хвостовика.
2. Силу R - действующую в радиальном направлении и уравновешивающую реакцию на противоположной точке поверхности конуса.

Сила Q создает касательную составляющую T силы резания; с учетом коэффициента трения поверхности конуса о стенки втулки μ :

$$T = \mu \cdot Q = \mu \cdot P_x / \sin \Theta.$$

Момент трения между хвостовиком и втулкой:

$$M_{mp.} = \frac{\mu \cdot P_x \cdot (D_1 + d_2)}{4 \cdot \sin \Theta} \cdot (-0,04 \cdot \Delta \Theta).$$

Приравниваем момент трения к максимальному моменту сил сопротивления резанию, т.е. к моменту, создающемуся при работе затупившимся инструментом, который увеличивается до трех раз по сравнению с моментом, принятым для нормальной работы инструмента.

Следовательно,

$$3 \cdot M_{c.p.} = M_{mp.} = \frac{\mu \cdot P_x \cdot (D_1 + d_2)}{4 \cdot \sin \Theta} \cdot (-0,04 \cdot \Delta \Theta).$$

Средний диаметр конуса хвостовика:

$$d_{cp.} = \frac{d_1 + d_2}{2},$$

или

$$d_{cp.} = \frac{6 \cdot M_{c.p.} \cdot \sin \Theta}{\mu \cdot P_x \cdot (-0,04 \cdot \Delta \Theta)},$$

где $M_{c.p.} = 877 \text{ Нм}$ - момент сопротивления сил резанию,

$P_x = 996,4 \text{ Н}$ - осевая составляющая силы резания,

$\mu = 0,096$ - коэффициент трения стали по стали,

Θ - для большинства конусов Морзе равен приблизительно $1^\circ 30'$, $\sin 1^\circ 30' = 0,02618$;

$\Delta \Theta = 5'$ - отклонение угла конуса;

$$d_{cp.} = \frac{6 \cdot 877 \cdot 0,02618}{0,096 \cdot 996,4 \cdot (-0,2)} = 28,192 \text{ мм} = 0,028192 \text{ м}.$$

По ГОСТ 25577–82 выбираем ближний ближайший больший конус, т.е. конус Морзе №3, со следующими основными конструктивными параметрами:

$D = 31,627 \text{ мм}; D_1 = 31,6 \text{ мм}; d_2 = 25,2 \text{ мм}; d_{3_{\max}} = 24,5 \text{ мм}; l_{3_{\max}} = 17,5 \text{ мм};$
 $a = 6,5 \text{ мм}; c = 16 \text{ мм}; e_{\max} = 24 \text{ мм}; R = 8 \text{ мм}; \nu = 0,07 \text{ мм}; b = 11,6 \text{ мм}.$

3. Конструктивные элементы принимаем по *ГОСТ 14953–80*: длина рабочей части 30 мм ; длина оправки $124,7 \text{ мм}$; общая длина инструмента 196 мм ; длина инструмента без направляющего элемента 190 мм .
4. Твердый сплав пластины для обработки титанового сплава *BT22* принимаем *T15K6*, форму 2515 по *ГОСТ 2209–82* или форму 21 по *ГОСТ 25400–82*. В качестве припоя принимаем латунь *Л63*. Корпус из *ст40х* по *ГОСТ 4543–81*.
5. Технические требования для, оснащенной пластинами из твердого сплава, принимаем по *ГОСТ 12509–75*.

2.4.2 Расчет металлорежущего инструмента на прочность и жесткость

Расчет инструмента на прочность и жесткость производится путем сравнения трех параметров: P_z , $P_{z_{\text{доп.}}}$, $P_{z_{\text{жест.}}}$.

Максимальная нагрузка допускаемая, прочностью инструмента при известных размерах корпуса:

– для круглого сечения

$$P_{z_{\text{доп.}}} = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot \sigma_u}{32 \cdot l} \approx \frac{d^2 \cdot \sigma_u}{10 \cdot l},$$

где σ_u - предел прочности при изгибе для конструкционной стали равен 20 МПа ;

l - расстояние от вершины инструмента до рассматриваемого опасного сечения, мм .

$$P_{z\text{ доп.}} = \frac{1,6 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 10^6}{10 \cdot 24 \cdot 10^{-3}} = 16105 H.$$

Максимальная нагрузка, допускаемая жесткостью инструмента, определяется с учетом допустимой стрелы прогиба:

$$P_{z\text{ жест.}} = \frac{3 \cdot f \cdot E \cdot J}{l^3},$$

где f - допускаемая стрела прогиба равная 0,1 мм ;

$E = 1,9 \cdot 10^{11} \div 2,15 \cdot 10^{11} \text{ Па}$ - модуль упругости;

J - момент инерции сечения корпуса (для круглого сечения

$$J = 0,05 \cdot d^4 = 0,05 \cdot 1,6 \cdot 10^{-3}^4 = 49 \cdot 10^{-9} \text{ м}^4).$$

$$P_{z\text{ жест.}} = \frac{3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 49 \cdot 10^{-9}}{24 \cdot 10^{-3}} = 1941 H,$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot k_p = 10 \cdot 42 \cdot 3 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 1,16 = 996,4 H.$$

Таким образом, выполняется основное условие обеспечения прочности и жесткости металлорежущего инструмента, а именно:

$$P_{z\text{ доп.}} > P_z < P_{z\text{ жест.}}$$

$$16105 > 996,4 < 1941.$$

3 ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

3.1. Обоснование схемы нового приспособления

При выполнении токарных операций связанных с изготовлением деталей типа “вал” часто приходится делать подрезку торцов, снимать фаски, точить поверхности и канавки. для обеспечения точного центрирования вала относительно оси вращения предлагается применять трёх кулачковый клиновой самоцентрирующийся токарный патрон с пневматическим приводом состоящий из воздухоподводящей муфты.

Устройство данного патрона представлено на рисунке 3.1.

данный патрон устроен следующим образом: три ползуна 6 установлены в пазах корпуса 5. к ползунам прикреплены кулачки 8 с помощью сухарей 7 и винтов 19. В полости шпинделя станка, которая соединена со штоком пневматического привода установлена головка 10. в головке предусмотренные три паза с определенным углом наклона для того чтобы в них входили выступы ползунов 6. Это соединение позволяет образовать клиновое сопряжение.

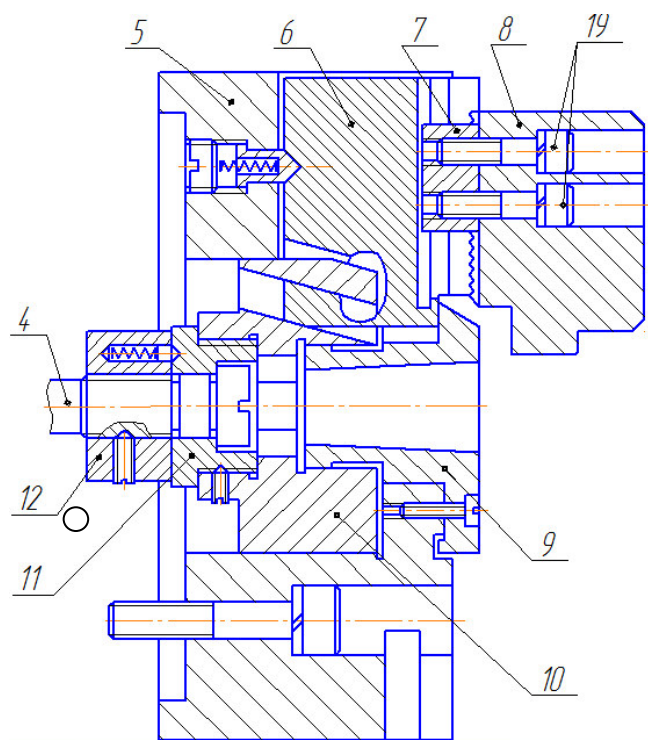
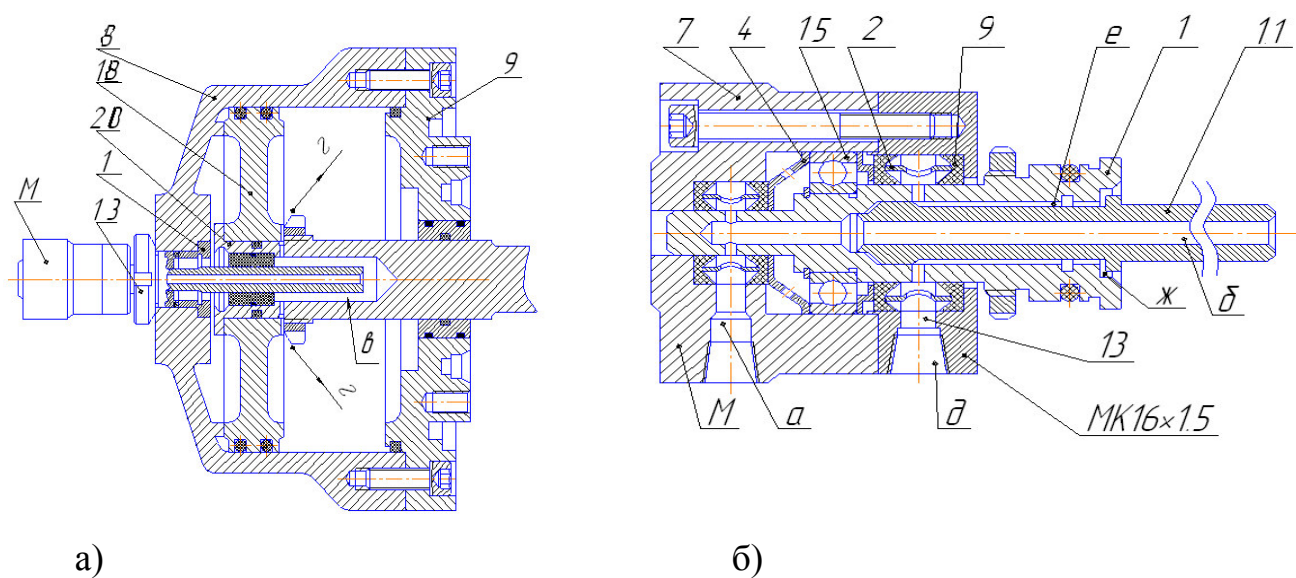


Рисунок 3.1 - Токарный трёх кулачковый клиновой патрон

Пневмоцилиндр, изображенный на рисунке 3.2, устанавливается на заднем конце шпинделя и вращается вместе с ним.



а) вращающийся пневмоцилиндр; б) воздухоподводящая муфта

Рисунок 3.2 - Пневмоцилиндр

3.2 Расчет сил зажима заготовки

Сила зажима одним кулачком инерционного патрона определяется по формуле [12]:

$$W_z = 0,001 \cdot G \cdot R \cdot n^2 \cdot \cos 30^\circ, \quad (3.1)$$

где G – вес вращающихся грузов, кг ;

R – расстояние от центра тяжести груза до оси вращения патрона, м;

n – число оборотов шпинделя, мин⁻¹.

$$W_z = 0,001 \cdot 0,4 \cdot 0,07 \cdot 800^2 \cdot \cos 30^\circ = 15,52 \text{ кгс.}$$

Сила зажима двумя кулачками [16]:

$$W_{\text{зсум}} = 0,001 \cdot G \cdot R \cdot n^2 \cdot \cos 30^\circ \cdot 2. \quad (3.2)$$

$$W_{\text{зсум}} = 0,001 \cdot 0,4 \cdot 0,07 \cdot 800^2 \cdot \cos 30^\circ \cdot 2 = 31,04 \text{ кгс.}$$

$$W_{\text{зсум}} = 310 \text{ Н.}$$

Наибольший зажим детали в патроне происходит под действием момента от силы резания, которая вызывает силу трения между поверхностями обрабатываемой заготовки и кулачками. Возникает явление самозатягивание, которое исключает произвольное проворачивание заготовки в патроне.

3.3 Расчет приспособления на прочность

В данной конструкции наиболее нагруженными деталями являются винты, с помощью которых противовесы соединены с кулачками.

Эти винты рассчитывают по изгибающим напряжениям по формуле, [1,8]:

$$\sigma \geq \frac{32M_{\text{max}}}{\pi d^3}, \quad (3.3)$$

где M_{max} – момент передаваемый при вращении патрона от противовесов кулачкам, Н·м;

d – диаметр винта, м.

$$\text{Тогда: } d \geq \sqrt[3]{\frac{32M_{max}}{\pi \sigma}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 19,53}{3,14 \cdot 160 \cdot 10^6}} = 0,011 \text{ м} = 11 \text{ мм}$$

Принимаем стандартный винт М12-8gx25 ГОСТ 1476-84.

3.4 Расчет приспособления на точность

Для обеспечения требуемой точности изготовления детали необходимо рассчитать допустимую погрешность приспособления, в данном случае “центра” которые используются в качестве базы при обработке заготовки

Погрешность их изготовления определяется по выражению [15]:

$$E_{np} \leq \delta - K_m \cdot \sqrt{(k_{m1} \cdot \varepsilon_{\sigma})^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_u^2 + \varepsilon_{ni}^2 + (k_{m2} \cdot \varpi)^2}, \quad (3.4)$$

где $\delta=200 \text{ мкм}$ – выдерживаемый допуск на биение;

$K_T=1,1$ – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих элементов от закона нормального распределения;

$K_{m1}=0,85$ – учитывает уменьшение предельного значения погрешности базирования при обработке на настроенных станках;

$K_{m2}=0,75$ – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления.

3.4.1 Принципиальная схема базирования заготовки

На рисунке 3.3 представлена схема базирования заготовки для ее дальнейшей обработке.

Для достижения необходимой точности данную деталь необходимо лишить пяти степеней свободы (перемещение по oz , oy и ox и вращения вокруг осей oz и oy . Вращение вокруг оси ox остается, так как производится вращение шпинделя с заготовкой).

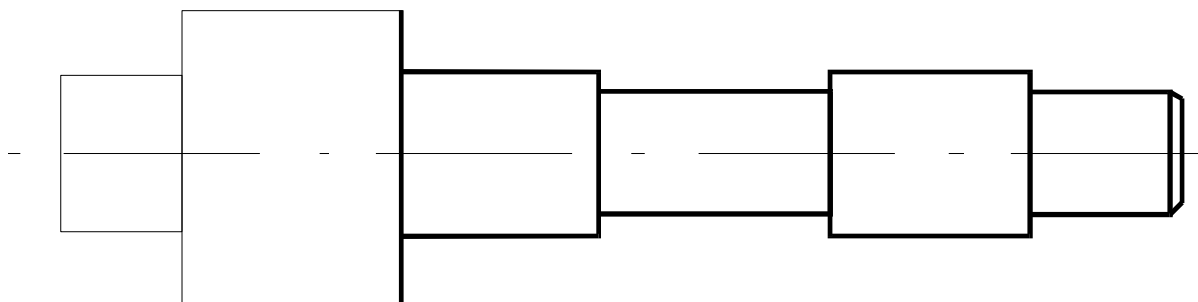


Рисунок 3.3 - Схема базирования заготовки

3.4.2 Расчет точности

Расчет ведем по методике изложенной в [5].

Определяем необходимую точность приспособления по параметру γ :

1. Определяем погрешность базирования $\omega_{\delta} = T_d / 2 \cdot \sin \alpha / 2 = 0,075 \text{ мм}$.
2. Погрешность закрепления $\omega_z = 0,04$.
3. Погрешность установки фактическая $\omega_y = \omega_{\delta} + \omega_z = 0,115 \text{ мм}$.
4. Суммарная погрешность обработки:

$$\omega_{m.c.} = 0,015 / 100 \text{ мм},$$

$$k \cdot \omega_{m.c.} = 0,7 \cdot 0,015 = 0,0105 \text{ мм}.$$

5. Допустимая погрешность установки

$$\Delta y = \sqrt{T^2 - k^2 \cdot \omega_{m.c.}^2} = \sqrt{0,04 - 0,00011} = 0,19 \text{ мм}.$$

Т.к., $\omega_y < \Delta y$, то предлагаемая схема базирования и конструктивная схема приспособления приемлемы.

6. Суммарная погрешность приспособления

$$\omega_{np.} = T - \sqrt{\omega_y^2 + k^2 \cdot \omega_{m.c.}^2} = 0,2 - 0,165 = 0,035 \text{ мм}$$

7. Погрешность собранного приспособления

$$T_c = \omega_{np.} + \varepsilon_{yn} + \varepsilon_z + \varepsilon_n,$$

где ε_{yn} - погрешность установки приспособления на станке определяют по формуле исходя из конструктивной схемы :

$$\varepsilon_{yn} = \frac{L \cdot S_1}{l},$$

где L - длина обрабатываемой заготовки, мм ;

S - максимальный зазор между направляющей шпонкой приспособления и пазом стола станка; $S = 0,07 \text{ мм}$ для посадки 14H8/h9;

l - расстояние между шпонками; где $l = 350 \text{ мм}$;

$$\varepsilon_{yn} = \frac{0,07 \cdot 250}{350} = 0,051 \text{ мм}.$$

ε_3 - погрешность закрепления равна нулю, т.к. установка заготовки производится без зазоров;

ε_n - погрешность настройки равна нулю.

$$T_c = 0,2 - 0,051 + 0 + 0 = 0,034 \text{ мм}.$$

На чертеже общего вида приспособления должно быть поставлено значение параметра $\gamma = 0,15/100 \text{ мм}$.

$$8. \text{ Запас точности } T_\delta - T_\gamma = 0,2 - 0,034 = 0,166 \text{ мм}.$$

3.5. Расчет пружины.

Проведем расчет параметров пружины по [3]. Установим необходимые параметры пружины:

P_1 – сила пружины при предварительной деформации;

P_2 – сила пружины при рабочей деформации;

N - выносливость;

D – наружный диаметр пружины;

δ - относительный инерционный зазор пружины сжатия.

$$P_3 = P_2 / (1 - 0.05) \div P_2 / (1 - 0.25) \quad (3.6)$$

Так как $P_1 = 25$ кгс и $P_2 = 100$ кгс, подставляя известные величины в формулу, получим:

$$P_3 = 105 \div 133 \text{ кгс};$$

$$N = 1 \cdot 10^7; D = 75 \div 80 \text{ мм}; \delta = 0.05 \div 0.25.$$

Выбираем, исходя из заданного диаметра, и стремления обеспечить наиболее критическую скорость, останавливаемся на витке со следующими данными:

пружина II класса, разряда 3 ГОСТ 13772-68. Номер 69

$$P_3 = 125, D = 20, d = 25.$$

$$z_1 = 8.230 \text{ кгс/мм} - \text{жесткость первого витка.}$$

$$f_3 = 15.460 - \text{мах прогиб первого витка, мм.}$$

$$\text{Сталь 65Г по ГОСТ 1050-74. } HRC_3 = 46 \dots 52$$

$$\tau_3 = 96 \text{ кгс/мм}^2 - \text{мах касательное напряжение.}$$

Выбираем рабочий ход пружины $h = 10$ мм. Жесткость пружины определяем по формуле:

$$z = (P_2 - P_1)/h \text{ кгс/мм}; \quad (3.7)$$

Подставляя известные величины в формулу, получим:

$$z = 3.75 \text{ кгс/мм.}$$

Число рабочих витков пружины:

$$n = z_1/z \text{ шт}; \quad (3.8)$$

Подставляя известные величины в формулу, получим:

$$n = 20.98/3 \approx 6$$

Уточняем жесткость по формуле:

$$z = z_1/n \quad \text{кгс/м;} \quad (3.9)$$

Подставляя известные величины в формулу, получим:

$$z = 20.98/6 = 3.49$$

При полутора нерабочих витках $n_1 = n + n_2 = 6 + 1.5 = 7$ витков.

Шаг пружины:

$$t = f_3 + d \text{ мм;} \quad (3.10)$$

Подставляя известные величины в формулу, получим:

$$t = 5 + 5 = 10 \text{ мм.}$$

3.6 Разработка мероприятий по безопасности и жизнедеятельности

Охрана труда и техника безопасности на производстве является обязательной, так как от этого в первую очередь зависит жизнь и здоровье работников. Нарушение условий может привести к плачевным последствиям.

Для обеспечения требуемых условий безопасности труда человек должен хорошо знать принцип работы оборудования и соблюдать технологический процесс на производстве.

Он обязательно должен проходить многоступенчатый контроль, который включает в себя инструктаж по технике безопасности на рабочем месте, вводный инструктаж, и общий инструктаж. Также рабочий должен быть в полном объеме и регулярно обеспечиваться рабочей одеждой, обувью и средствами индивидуальной защиты.

Для работы на каждом рабочем месте должна быть должностная инструкция по технике безопасности, которая включает в себя перечень необходимых действий и обязанностей работника перед началом работы, во время ра-

боты, после окончания работы и во время возникновения аварийных и чрезвычайных ситуациях.

Разработка должностных инструкций закрепляется за специалистом по технике безопасности. При их разработке необходимо соблюдать нормативные акты и инструкции для оборудования.

Также работник должен уметь оказывать первую доврачебную медицинскую помощь пострадавшим.

Само производственное помещение должно быть оборудовано наглядными пособиями и всем необходимым инвентарем и оборудованием.

3.7 Разработка мероприятий по физической культуре на производстве

Самой главной ценностью является здоровье человека.

Для его поддержания необходимо, чтобы человек был в хорошей физической форме. Также он должен регулярно проходить медицинский осмотр.

С этой целью необходимо в полной мере организовать мероприятия по физической культуре на производстве.

Для этого необходимо обеспечить доступ работников в тренажерные залы, бассейны, дать возможность заниматься в спортивных секциях, а также материально и морально стимулировать работников, которые ведут здоровый образ жизни.

3.8 Разработка мероприятий по экологии на производстве

Экология и охрана окружающей среды является одной из главных задач современного производства. Это обусловлено тем, что в настоящее время производство является высокотехнологичным процессом, в котором использу-

ется большое количество материалов и веществ, которые могут нанести значительный вред окружающей среде, в случае нарушения технологического процесса производства.

Для исключения данного фактора производство должно в полном объеме быть обеспечено средствами экологической защиты (очистные сооружения и т.д.). Необходимо обеспечить правильную сборку и утилизацию вредных и токсичных веществ, для исключения их попадания в окружающую среду, что может повлечь за собой загрязнение или еще хуже заражение местности.

В настоящее время одной из главных задач производства является экологическая безопасность.

3.9 Определение технико-экономических показателей приспособления

Технико-экономическое обоснование приспособления на операцию фрезерования детали.

Стоимость приспособления:

$$C = C_0 \cdot K \cdot z, \quad (3.11)$$

где C_0 - стоимость одной условной детали приспособления;

K - коэффициент сложности приспособления [6, 25];

z - количество деталей в приспособлении.

$$C_1 = 24,1 \cdot 1,5 \cdot 5 = 180,75 \text{ руб.}$$

$$C_2 = 24,1 \cdot 1,5 \cdot 10 = 361,5 \text{ руб.}$$

Расходы на эксплуатацию приспособления:

$$P = \frac{C_H - C_C}{n} \cdot \left(\frac{1}{i} + \frac{q}{100} \right), \quad (3.12)$$

Где n – годовая программа выпуска, *шт/год*;

i – срок эксплуатации приспособления ($i = 2 \text{ года}$);

q – процент расходов на ремонт и обслуживание приспособлений (20%-30%).

$$P = 180,75 / 400 \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{25}{100} \right) = 0,338 \text{ руб./год.}$$

Экономия от внедрения приспособления:

$$\mathcal{E} = (t_{шт2} - t_{шт1}) \cdot a \cdot N, \quad (3.13)$$

Где a – стоимость одной минуты работы станка, руб., мин.

$$a = a_{\text{пост}} + a_{\text{п.пер}} + a_{\text{пер}}, \quad (3.14)$$

где $a_{\text{пост}} = 1,1$; $a_{\text{п.пер}} = 0,8$; $a_{\text{пер}} = 0,7$ [9, 23]

$$\mathcal{E} = (2 - 12) \cdot 2,6 \cdot 400 = 21250 \text{ руб.}$$

Вывод: так как условие $\mathcal{E} > P$, то данное приспособление экономически выгодно и его можно применить на производстве (методика расчета произведена по [25,26]).

Результаты расчетов заносятся в таблицу 3.1.

Показатели сравнительной экономической эффективности изготовления
детали.

Таблица 3.1

№ п/п	Наименование показателей	Варианты	
		Базовый (исходный)	Проектируемый
1	Фондоемкость производства, руб./ед.	2,7	1,5
2	Энергоемкость процесса, кВт/ед.	0,3	0,47
3	Трудоемкость производства, чел.ч/ед.	0,25	0,125
4	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	43,82	22
5	Уровень приведенных затрат, руб./ед.	44,2	22,2
6	Годовая экономия, руб.		21250
7	Годовой экономический эффект, руб.		1103,5
8	Срок окупаемости, лет.		0,9
9	Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений		1,1

ВЫВОДЫ.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были разработаны мероприятия связанные с технологическим процессом изготовления вала погрузчика, что позволит улучшить данный технологический процесс на производстве.

В ходе проведения конструкторской разработки был спроектирован пневматический трехкулачковый патрон клинового типа, который планируется использовать в технологическом процессе изготовления деталей.

Разработанная конструкция имеет более высокие технико-экономические показатели по сравнению с существующими конструкциями, что делает ее использование более выгодным.

Внедрение данной конструкции позволит получить годовую экономию в размере 21250 рублей, а срок окупаемости составит около года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. В 3-х т. Т.1. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979 – 728 стр.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. В 3-х т. Т.2. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979 – 559 стр.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. В 3-х т. Т.2. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979 – 557 стр.
4. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. М.: Машиностроение, 2005. – 736 с.
5. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для ВУЗов С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Казьяков и др.; под общей ред. С.В. Белова. 2-е изд., испр. и доп.- М.: Высш. шк., 1999 – 448 стр.
6. Булгариев, Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМиТС) /Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев – Казань, 2009. – 64 с.
7. Булгариев, Г.Г. Методические указания по анализу хозяйственной деятельности предприятий в дипломных проектах (для студентов ИМиТС) /Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, М.Н. Калимуллин, Н.В. Булатова – Казань, 2011. – 35 с.
8. Ванин, В.А. Приспособления для металлорежущих станков: учеб. Пособие / В.А. Ванин, А.Н. Преображенский, В.Х. Фидаров. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 316 с.
9. Водяников, В.Т. Практикум по организации и управлению производством на сельскохозяйственных предприятиях (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений /В.Т. Водяников, А.И. Лысюк, Л.И. Кушнарев – М.: Колос, 2005. – 76 с.

10. Галиев И.Г., Булгариев Г.Г., Калимуллин М.Н. Задания и методические указания к практическим занятиям по организации технического сервиса (для студентов 5 курса ИМиТС), часть 2. – Казань, 2008.

11. Галиев И.Г., Булгариев Г.Г., Калимуллин М.Н. Задания и методические указания к практическим занятиям по организации технического сервиса (для студентов 5 курса ИМиТС), часть 3. – Казань, 2008.

12. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с четвертого издания 1983 г. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.

13. Дипломное проектирование: Учебно-методическое пособие по специальностям «Механизация сельского хозяйства» и «Технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе» Под редакцией А.Д. Ананьина. – М.: МГАУ, 2003. – 141с.

14. Дипломное проектирование: Учебно-методическое пособие по специальности «Технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе». Под редакцией К.А. Хафизова. – Казань.: КГСХА, 2004. – 316с.

15. Ермаков, Ф.Х. Методические указания по разработке разделов «Безопасность жизнедеятельности на производстве» и «Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях» в дипломных проектах факультетов технического сервиса и механизации сельского хозяйства /Ф.Х. Ермаков, В.Г. Ахмадуллин. – Казань: Изд-во КГСХА, 2005. – 12 с.

16. Зимагулов А.Х., Нуруллин Р.Г. Методические указания по планированию мероприятий по улучшению условий труда. – Казань, 1992.

17. Маталин А.А. Технология машиностроения: Учебник. 2-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2008. – 512 с.

18. Махаринский Е.И., Горохов В.А. Основы технологии машиностроения: Учебник. – Мн.: Выш. шк., 1997. – 423 с.
19. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. Часть 2. Нормативно-справочный материал. – М.: 1998.
20. Мосталыкин Г.П., Толмачевский Н.Н. Технология машиностроения. – М.: Машиностроение, 1990: Учебник для вузов по инженерно-экономическим специальностям – 288 с.
21. Некрасов С.С. Обработка материалов резанием. – М.: Колос, 1997. – С. – 320.
22. Охрана труда. Ф.М. Канарев, В.В Бугаевский и др.; под ред. Ф.М. Канарева. 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1988. С. – 351.
23. Ройтман И.А., Кузьменко В.И. Основы машиностроения в черчении: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений: В 2 кн. – 2-е изд., перераб. и доп., – М.: Гуманит. изд. центр. ВЛАДОС, 2000. – Кн. 1. – 224 с.
24. Ройтман И.А., Кузьменко В.И. Основы машиностроения в черчении: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений: В 2 кн. – 2-е изд., перераб. и доп., – М.: Гуманит. изд. центр. ВЛАДОС, 2000. – Кн. 2. – 208 с.
25. Сюткин, А.М. Методика анализа хозяйственной деятельности предприятий АПК в дипломных проектах по специальности №1509 – «Механизация сельского хозяйства» /А.М. Сюткин. – Казань, 1988. – 44 с.
26. Сюткин А.М. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов на факультете механизации сельского хозяйства. – Казань, 1995.
27. Сюткин А.М. Задания и методические указания для лабораторно-практических занятий по организации производства на ФМСХ по специальности 31.13. Часть 1. – Казань, 1990.

28. Сюткин А.М. Задания и методические указания для практических занятий по организации производства в сельхозпредприятиях на факультете МСХ по специальности 31.13. Часть 2. – Казань, 1993.

29. Технология машиностроения : в 2 т. Т. 1 : Основы технологии машин : учебник для вузов / В.М. Бурцев, А.С. Васильев, А.М. Дальский и др. ; под ред. А.М. Дальского. – 2-е изд., стер. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 564 с.

30. Технология машиностроения : в 2 т. Т. 2 : Основы технологии машин : учебник для вузов / В.М. Бурцев, А.С. Васильев, А.М. Дальский и др. ; под ред. А.М. Дальского. – 2-е изд., стер. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 640 с.