

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Машиностроительный факультет
Кафедра «Технологическое оборудование»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
О.К. Яценевич
« 10 » 06 2022 г.

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

«Кинематика, компоновка и конструкция ползуна с приводом его перемещения продольного сверлильно-фрезерно-расточного станка с неподвижным столом шириной 1600мм и максимальной частотой вращения шпинделя 4500мин⁻¹»

ДП 3030511806-2022 РПЗ

Специальность 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства»

Специализация 1-36 01 03 – 01 «Металлорежущие станки»

Студент
группы 30305118

Комар П.С.

Руководитель

Данилов В.А.
д.т.н., профессор

Консультанты:
по разделу «Охрана труда»

Абметко О.В.
ст. преподаватель

по экономической части

Бутор Л.В.
ст. преподаватель

по кибернетической части

Колесников Л.А.
к.т.н., доцент

Ответственный за нормоконтроль

Касач Ю.И.
ст. преподаватель

Объем проекта:

Расчетно-пояснительная записка

143 листов

Графическая часть

9 листов

Магнитные (цифровые) носители

0 единиц

Минск 2022

РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 143 с., 78 рис., 18 табл., 33 источников, 2 прил.

ПОЛЗУН, ПРОДОЛЬНЫЙ СВЕРЛИЛЬНО-ФРЕЗЕРНО-РАСТОЧНОЙ СТАНОК, МЕТОД КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ОХРАНА ТРУДА, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Объектом исследования является ползун и привод его перемещения.

Цель проекта состоит в повышении точности обработки и повышении частоты вращения.

В процессе работы выполнены следующие исследования: произведен патентно-информационный поиск, анализ конструкций станков-аналогов.

Элементами научной новизны (практической значимости) полученных результатов является применение более жёсткой конструкции ползуна.

Областью возможного практического применения является применение привода главного движения с повышенными частотами вращения, уменьшения вибрации и массы узла.

Результатами внедрения явились: обеспечение требуемой жесткости, быстроходности, изменение конструкции ползуна и ее габаритов.

Проведено исследование ползуна на ЭВМ, экономическое обоснование проекта и рассмотрены вопросы охраны труда. В процессе работы выполнены обзоры конструкций шпиндельных узлов, а также проведён их патентный анализ. Спроектированные конструкции подтверждены соответствующими расчётами.

Студент-дипломник подтверждает, что приведенный в дипломном проекте расчетно-аналитический материал объективно отражает состояние исследуемого процесса (объекта), все заимствованные из литературных и других источников теоретические и методологические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кочергин, А.И. Шпиндельные узлы с опорами качения: учебно-методическое пособие по курсовому проектированию металлорежущих станков для студентов машиностроительных специальностей /А.И. Кочергин, Т.В. Василенко. –Минск: БНТУ, 2007. – 124 с.

2. Кочергин, А. И. Проектирование приводов главного движения станков с ЧПУ: пособие по курсовому проектированию для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения», 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» / А. И. Кочергин, Т. В. Василенко. – Минск: БНТУ, 2020 – 39 с.

3. Кочергин, А.И. Конструирование и расчёт металлорежущих станков и станочных комплексов /А.И. Кочергин. – Минск: Вышэйшая школа, 1991. - 382 с.

4. Кочергин, А.И. Проектирование привода подачи станка с ЧПУ: учебно-методическое пособие по курсовому проектированию для студентов специальностей 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» /А.И. Кочергин, Т.В. Василенко. – Минск: БНТУ, 2014. - 73 с

5. Методика оценки эффективности создания нового станка: Методическое пособие для специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» и 1-36 01 04 «Оборудование и технологии высокоэффективных процессов обработки материалов» / Бабук И.М., Сахнович Т.А., Гребенников И.Р. - Минск: БНТУ, 2013. - 19 с.

6. Орлов, П.И. Основы конструирования. - М.: Машиностроение, 1988. - 544 с.

7. Металлорежущие станки: в 2 т. / под ред. В.В. Бушуева. – М.: машиностроение, 2011. – Т.1. – 608 с.; Т.2. – 584 с.

8. Асинхронные двигатели Siemens. Привод главного движения 1PH7. Руководство по проектированию. – Германия, 2004. – 176 с.

9. Синхронные серводвигатели Siemens. Руководство по проектированию. – Германия, 2010. - 129 с.

10. Вращающиеся инструменты. Руководство по выбору инструмента и расчёта режимов резания. – США, 2021. – 596 с.

11. Колесников, Л.А. Исследование статических и динамических характеристик шпиндельных узлов станков при автоматизированном проектировании. – Минск: БНТУ, 2017. - 38 с.

12 ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

13 ГОСТ 21021-2000 «Устройства числового программного управления. Общие технические условия»

14 ГОСТ 26642-85 «Устройства числового программного управления для металлообрабатывающего оборудования. Внешние связи со станками».

15 ГОСТ 12.2.007.1-75 «Машины электрические вращающиеся. Требования безопасности».

16 ГОСТ 12.2.007.14-75 «Кабели и кабельная арматура. Требования безопасности».

17 ГОСТ ИЕС 61439-1-2013 «Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 1. Общие требования».

18 ГОСТ МЭК 60204-1-2002 «Безопасность машин. Электрооборудование машин и механизмов. Часть 1. Общие требования».

19 ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление».

20 ГОСТ 21130-75 «Зажимы заземляющие и знаки заземления».

21 ГОСТ 14254- 2015 «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками».

22 СН 2.04.03.2020 «Естественное и искусственное освещение».

23 Гигиенический норматив "Микроклиматические показатели безопасности и безвредности на рабочих местах", утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 37 от 25 января 2021 г.

24 Гигиенический норматив «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны», утвержденный постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 11.10.2017 г. № 92.

25 Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности шумового воздействия на человека», утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 37 от 25 января 2021 г.

26 Гигиенический норматив "Показатели безопасности и безвредности вибрационного воздействия на человека", утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 37 от 25 января 2021 г.

27 Типовые отраслевые нормы бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты работникам, занятым в машиностроении и металлообрабатывающих производствах, утвержденные постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 26 ноября 2003 г. № 150.

28 ТКП 474-2013 «Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности», утвержденный постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 29 января 2013 г., с последними изменениями, утвержденными постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 12 сентября 2019 г. №52.

29 Mayr [сайт предприятия] <https://www.mayr.com/>

30 boschrexroth [сайт предприятия] <http://boschrexroth.com/>

31 SKF [сайт предприятия] <http://www.skf.com/>.

32 Sandvik coromant [сайт предприятия]
<http://www.sandvik.coromant.com/>

33 Optibelt [сайт предприятия] <http://www.opticbelt.ru/>

Доклад

Здравствуйте, Уважаемые члены экзаменационной государственной комиссии. Вашему вниманию представляется дипломный проект на тему «Кинематика, компоновка и конструкция ползуна с приводом его перемещения продольного сверлильно-фрезерно-расточного станка с неподвижным столом шириной 1600мм и максимальной частотой вращения шпинделя 4500 об/мин»

(Первый лист). На этом листе приведен общий вид станка. На общем виде станка показано расположение узлов, приведены габаритные и присоединительные размеры, хода перемещения ползуна, указаны технические характеристики и основные технические требования к станку.

(Второй лист). Согласно заданию, был произведен обзор конструкций продольных сверлильно-фрезерно-расточных станков с неподвижным столом, приведены компоновочные схемы станков. Также на этом листе приведены основные технические характеристики станков-аналогов

(Третий лист). На следующем листе приведена кинематическая схема станка. Она представляет собой относительное расположение всех основных элементов привода и передач станка в упрощенном виде. Схема показывает пути передачи движения от первого элемента в кинематической цепи ко всем остальным и дает возможность определять все кинематические зависимости в станке.

(Четвертый лист). На следующем листе показан общий вид ползуна, показан привод главного движения шпиндельной бабки, построенное на базе редуктор – шпиндельный узел, то есть использование редукторной структуры привода. В данном конкретном случае, на общем виде мы показываем расположение приводного двигателя с планетарным редуктором, показываем монтаж планетарного редуктора относительно самой шпиндельной бабки.

(Пятый лист). Кроме этого, показываем на следующем листе продольный разрез, в структуре привода используется редуктор, который позволяет расширить диапазон регулирования шпинделя с постоянной мощностью, поскольку у самого двигателя он недостаточный. В данном случае используется покупной двухступенчатый планетарный редуктор и движение через передачу с поликлиновым ремнём передается на шкив. Шпиндельный узел передней и задней опоры выполнен на основе шарикового радиально-упорных подшипников. Для исключения постоянной радиальной нагрузки на заднюю опору шпиндельного узла от ременной передачи, предусмотрен механизм динамического балансирования. Для зажима инструментальной оправки предусмотрены тарельчатые пружины, а для разжима гидроцилиндр, также предусмотрен датчик обратной связи, он определяет обороты шпинделя.

(Шестой лист). На следующем листе показаны привод перемещения ползуна, для этого привода применён современный электродвигатель Siemens, соединение двигателя с винтом осуществляется непосредственно соединительной

муфты, передача винт-гайка качения, направляющие и каретки фирмы Bosch Rexroth. Использование всех этих элементов позволяет обеспечить высокую точность обработки, быструю скорость перемещения привода, а также в значительной степени увеличить долговечность. Имеется питатель, который предназначен для подвода к кареткам, ШВП смазки. Кроме этого на этом листе показано устройство балансировки ползуна, так как при выдвигании ползуна, без применения балансира, сильно теряется жёсткость ползуна.

Описание 7-8 листа: SolidWorks, МКЭ

Для проверки конструкции была разработана компьютерная 3D модель ползуна, и произведен ее МКЭ расчет. Для этого мы нагрузили шпиндель силой резания и получили значения суммарных перемещений. В результате исследований видно, что без применения балансира жёсткость ползуна 103,5 Н/мкм, что для станка класса точности П является недостаточным, приложив два разных усилия гидроцилиндра показали действие балансира, жёсткость ползуна возрастает до 214,2 Н/мкм, то есть в 2,1 раза, что уже является достаточным для класса точности П.

Описание 9 листа: экономика

В рамках экономической части было произведена оценка конкурентоспособности проектируемого станка со станком-прототипом, в результате цена потребления по сравнению со станком прототипом снизилось на 5%. Проектируемый станок превосходит станок прототип и можно рекомендовать его производство

Доклад закончен спасибо за внимание

(произнести комиссии).