

**БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**Машиностроительный факультет**  
**Кафедра «Технологическое оборудование»**

ДОПУЩЕН К  
ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 О.К.Яцкевич

« 19 06 2023г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
**ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

*«Компоновка и комплект узлов токарного вертикального 2-х шпиндельного станка с ЧПУ с наибольшим диаметром обработки 320 мм»*

ДП 3030511906.00.00.000 РПЗ

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

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

Студент  
группы 30305119


Иванков Р.А.

Руководитель

  
19.06.23 г.

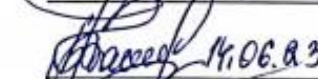
Якимович А.М.  
к.т.н., профессор

Консультанты:  
по разделу «Охрана труда»

  
13.06.2023

Абметко О.В.  
ст. преподаватель

по экономической части

  
14.06.23

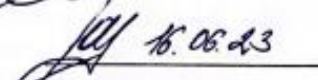
Бутор Л.В.,  
ст. преподаватель

по кибернетической части

  
16.6.23

Довнар С.С.,  
к.т.н., доцент

Ответственный за  
нормоконтроль

  
16.06.23

Касач Ю.И.,  
ст. преподаватель

Объем проекта:

Расчетно-пояснительная записка 148 листов

Графическая часть 10 листов

Магнитные (цифровые) носители - единиц

Минск 2023

## Реферат

Дипломный проект: 148 стр.; 18 табл.; 49 ил.; 31 ист.; 1 прил.

### КОМПОНОВКА И КОМПЛЕКТ УЗЛОВ ТОКАРНОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО 2-Х ШПИНДЕЛЬНОГО СТАНКА С ЧПУ С НАИБОЛЬШИМ ДИАМЕТРОМ ОБРАБОТКИ 320 ММ

Целью данного проекта является разработка оптимальной компоновки, кинематики и конструкции токарного вертикального 2-х шпиндельного станка с ЧПУ, обеспечивающих высокую точность и надежность работы станка.

В рамках проекта было проведено обоснование технических характеристик компоновочного решения проектируемого станка, привода главного движения и привода вертикальной подачи. Был выполнен патентно-информационный поиск и поиск станков зарубежного производства, чтобы изучить существующие решения и определить наиболее эффективные решения для данного проекта.

В пояснительной записке представлены проектные расчеты разрабатываемого привода главного движения и привода вертикальной подачи. В расчетах учтены кинематические особенности станка, проведен расчет ременных передач и расчет жесткости шпинделя. Также в кибернетической части проекта был выполнен расчет шпиндельной бабки с использованием программы конечно-элементного анализа Ansys Workbench, используя 3D-модель шпиндельной бабки, созданную в программе трехмерного проектирования SolidWorks.

В пояснительной записке также подробно рассмотрены требования к охране труда и экологической безопасности при работе на станке. В графической части проекта представлен общий вид станка, знаки безопасности, используемые на нем, а также демонстрируется привод главного движения и привод вертикальной подачи. В экономической части проекта приведено технико-экономическое обоснование разрабатываемого станка, включающее оценку затрат на разработку, производство и эксплуатацию станка, анализ ожидаемых экономических показателей.

Студент-дипломник подтверждает, что расчетно-аналитический метод, представленный в данном дипломном проекте, объективно отражает состояние разрабатываемого объекта, а все использованные теоретические и методологические положения и концепции из литературных и других источников сопровождаются ссылками на их авторов.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- 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. -382с.

4 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.

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

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

7 Синхронные серводвигатели Siemens.  
Руководство по проектированию.

– Германия, 2010. - 129 с.

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

9 SKF [сайт

предприятия] <http://www.skf.com/>.

10 Sandvik coromant [сайт предприятия

<http://www.sandvik.coromant.com/>

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

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

13 Токарные инструменты. Руководство по выбору инструмента и расчета режимов резания. – США, 2014. – 602 с.

14 ГОСТ 12595-2003 «Концы шпинделей фланцевые типа а и фланцызажимных устройств»

15 ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы.

Классификация».

16 ГОСТ 21021-2000 «Устройства числового программного управления.

Общие технические условия».

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

18 ГОСТ 12.2.007.1-75 «Машины электрические вращающиеся.

Требования безопасности».

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

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

21 ГОСТ МЭК 60204-1-2002  
«Безопасность машин.

Электрооборудование машин и механизмов. Часть 1. Общие требования».

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

23 ГОСТ 14254- 2015 «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками». 24 ГОСТ 21130-75 «Зажимы заземляющие и знаки заземления».

25 СН 2.04.03.2020 «Естественное и искусственное освещение».

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

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

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

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

30 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.

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.