

Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія
Кафедра комп'ютеризовані мехатронні системи, інструменти
і технології

Зубцова Єлизавета Сергіївна

УДК 62-83:62-50

**МЕХАТРОННЕ СВЕРДЛИЛЬНЕ ПРИСТОСУВАННЯ ПІДВИЩЕНОЇ
ТОЧНОСТІ ДЛЯ ОБРОБКИ ОТВОРІВ У ФЛАНЦЯХ СЕКЦІЙ ВЕЖІ
ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК**

Спеціальність 8.5070204 – Металорізальні системи і верстати

Автореферат
магістерської роботи

Краматорськ – 2017

Магістерська робота є рукописом

Робота виконана на кафедрі: «Комп'ютеризовані мехатронні системи, інструмент і технології» Донбаської державної машинобудівної академії Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник:

Ковальов Віктор Дмитрович
Доктор технічних наук Донбаська
державна машинобудівна академія,
Професор кафедри «Комп'ютеризовані
мехатронні системи, інструменти та
технології»

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Актуальність теми полягає у розвитку новітніх технологій виробництва обладнання для вітроенергетичних установок, а також у підвищенні якості обробки на вже існуючих верстатах. Вітроенергетика є перспективною галуззю розвитку енергетики країни, однак щоб повністю використовувати вітроенергетичний потенціал необхідно прискорити розвиток цієї галуззі .

Мета і задачі дослідження.

Мета роботи: розробка мехатронного свердлильного пристосування підвищеної точності для обробки отворів у фланцях секції вежі вітроенергетичних установ.

Задачі дослідження:

- 1) Розрахувати граничні режими різання;
- 2) Розрахувати параметри точності;
- 3) Розрахувати привід головного руху;
- 4) Розрахувати привід позиціонування;
- 5) Розрахувати привід осьової подачі;
- 6) Спроекувати пристосування:
 - спроекувати привід головного руху;
 - спроекувати привід позиціонування;
 - спроекувати привід осьової подачі;
 - спроекувати зажимний пристрій.
- 7) Розробити систему керування.

Об'єкт дослідження: процес обробки секції вежі вітроенергетичної установи.

Предмет дослідження: забезпечення позиційної точності обробки отворів у фланці вежі ветроенергетичної установки.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої в роботі мети були використані наступні *методи дослідження*: аналіз, синтез, наукова абстракція і теоретичне узагальнення - для визначення теоретичних основ і обґрунтування проблеми дипломної роботи; системний підхід - для класифікації; економічного аналізу - для визначення економічної вигоди проектуваного пристрою; графічний - для наочного подання результатів дослідження.

Наукова новизна: розроблено новий спосіб підвищення точності позиціонування з використанням мехатронного пристрою.

Практичне значення отриманих результатів.

Розроблено мехатронне пристосування, що забезпечує позиційну точність свердління отворів у фланцях секцій ветроенергетичних установ 0,5мм на існуючому обладнанні.

Особистий внесок здобувача. Розроблено спеціальне мехатронне свердлильне пристосування підвищеної точності для обробки отворів у фланцях секцій вежі вітроенергетичних установок.

Апробація результатів роботи. Результати роботи доповідались на щорічній науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів та студентів.

Публікації. За результатами магістерської роботи підготовлена до публікації одна стаття яка надрукована у 41 номері збірника.

Структура та обсяг роботи. Дипломна робота складається з вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 127 сторінок. Робота містить 8 таблиць, 26 рисунків, 79

формул, перелік використаної літератури (62 бібліографічних джерела), 1 додаток.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі сформульована мета і завдання дослідження, об'єкт, предмет і методи дослідження, наукова новизна та практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі було розглянуто основні теоретичні відомості про вітроенергетичні установи та стан вітроенергетики в країні і світі.

Вітроенергетика - це галузь енергетики, що спеціалізується на перетворенні кінетичної енергії повітряних мас в атмосфері в електричну, механічну, теплову або інші зручні для використання види енергії.

Загальний вітроенергетичний потенціал Землі величезний: по ряду авторитетних експертних оцінок він становить близько 1200 ТВт. Однак реальне використання цього потенціалу наштовхується на ряд труднощів, обумовлених як нерівномірністю його розподілу в різних районах Землі, так і великими втратами при його перетворенні в інші види енергії.

Щоб використовувати незаперечні переваги ВЕУ, необхідно активно розвивати новітні технології виробництва обладнання для таких електростанцій. В даний час на Україні вітроенергетичне обладнання виготовляють тільки декілька виробників, серед них завод «Південмаш» (точніше, «Уінденерго, Лтд.»), Новокраматорський машинобудівний завод (НКМЗ), компанія Windelectric і ін. Всі вони в різному ступені використовують зарубіжні комплектуючі для збірки свого обладнання.

Згідно скоригованої «Енергетичної стратегії України на період до 2030 г.» в нашій країні в 2030 р повинно вироблятися не менше 30% від всієї електроенергії з поновлюваних джерел енергії (ПДЕ), таких як сонце, вітер, води річок та ін.

В даний час на Україні спостерігається бурхливий розвиток вітроенергетичної галузі, обумовлене, в основному, прийняттям Верховною Радою України в 2009 р одного з найвищих в Європі зеленого тарифу на електроенергію, отриману на ВЕС потужністю понад 2 МВт. Цей тариф становить близько 11,3 євроцента за 1 кВт · год і буде діяти аж до 2030 р

На Краматорському підприємстві «Фурлендер Віндтехнолоджі» виготовили першу в Україні вітроенергетичну установку (ВЕУ) потужністю 3,2 МВт. Вітрогенератор призначений для українського вітропарку «Причорноморський», розташованого в Миколаївській області. Раніше виробник виготовив для даного вітропарку ще кілька ВЕУ меншої потужності (2,5 МВт), однак незабаром планує налагодити виробництво вітрогенераторів потужністю 4,5 МВт.



Виготовлені на Краматорському підприємстві «Фурлендер Віндтехнолоджі» частини першої в Україні ВЕУ потужністю 3,2 МВт.

Виробничий потенціал вітчизняних підприємств дозволяє самостійно виробляти більше 50% комплектуючих вітроенергетичної установки. У виробничому циклі виготовлення вітроенергетичних установок задіяні і інші підприємства Краматорська - ЕМСС, КЗТС, НКМЗ.

Вежа ВЕУ зазвичай має вигляд труби (металевої або залізобетонної) або просторової металевої ферми. Вежа в вигляді труби складається з декількох секцій. В даний час фірмами виробниками ВЕУ випускаються серійні вежі

різного виконання і матеріалу. Було вирішено виготовляти сталеві секційні вежі. Вежа складається з 6 різних за висотою і масі (від 27 до 67 тон) частин, що з'єднуються один з одним за допомогою болтів. П'ять секцій - циліндричної форми, одна сама верхня - усічений конус.

Діаметр башти (п'ять секцій) - 4300 мм, верхня частина - перехід від 4300 К 3000 мм. Загальна висота вежі - 95 метрів. Загальна маса вежі - 298,6 тони.

Складність полягає в з'єднанні між собою секцій. На обох сторонах секції є фланці для монтажу.



Фланець секції вежі ВЕУ



Монтаж вежі ВЕУ

Секції вежі кріпляться за допомогою болтових з'єднань, звідси випливає основна проблема при їх виробництві: необхідність обробки отворів у фланцях секцій вежі з позиційним допуском 0,5 мм.

З представленого на виробництві обладнання, найбільш доцільно проводити обробку на спеціальному токарно-свердлильному верстаті моделі КЖ16110 Ф3.

Точність штатного датчика кута повороту шпинделя BE178A5 не вистачає щоб поділити деталь з достатньою точністю

Щоб спозиціонувати з необхідною точністю датчик на шпинделі повинен мати мінімум 18000 делень, точність 120000 - 180000 штрихів на оберт.

Замінити штатний датчик на більш точний не представляється можливим, так-як існують межі робочої частоти 50 - 100кГц.

Таким чином обробка кріпильних отворів у фланцях секцій вежі ВЕУ на даному верстаті була неможливою.

Раніше рішенням цієї проблеми було свердління отворів вже на місці під час збирання і монтування знімних верстатом. Однак такий підхід не забезпечував необхідної точності і при монтуванні вежі виникали складності в скріпленні секцій.

Запропоноване нами рішення полягає в створенні спеціального мехатронного пристосування для підвищення точності позиціонування.

У другому розділі була представлена методика проведення дослідження.

У третьому розділі було розроблено принцип роботи спеціального мехатронного свердлильного пристосування підвищеної точності для обробки фланців секцій вежі вітроенергетичних установ.

Також були виконані розрахунки граничних режимів різання, параметрів точності ,приводів головного руху, осьової подачі та позиціонування.

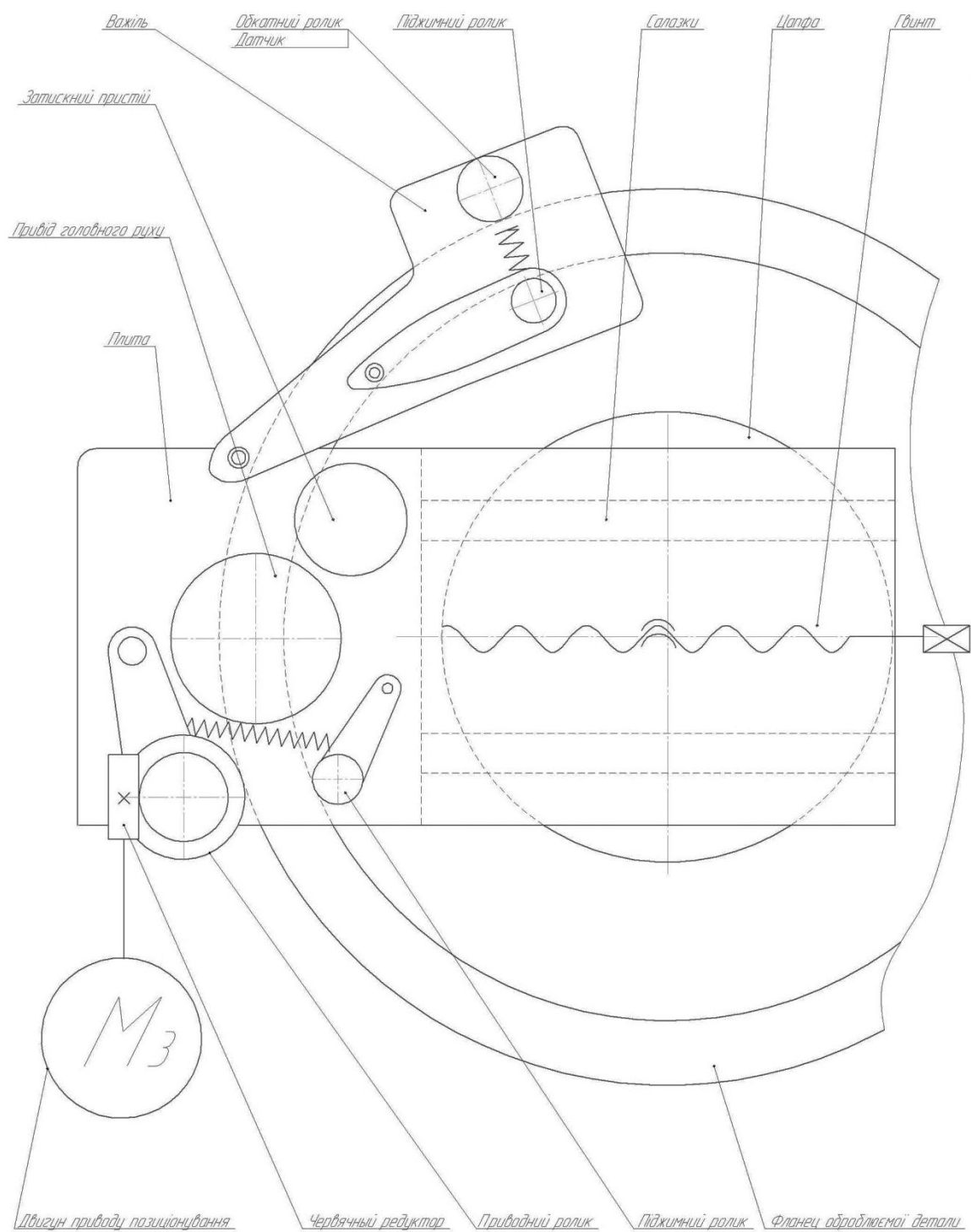


Схема пристосування (вид 1)

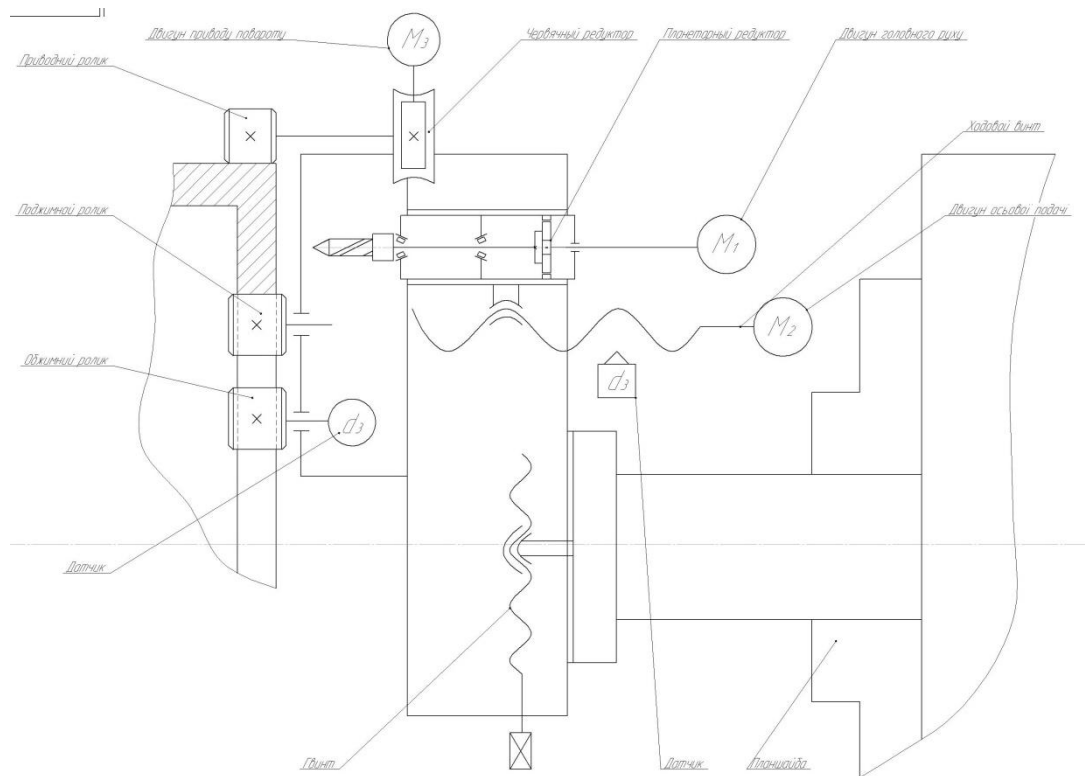


Схема пристосування (вид 2)

Пристосування встановлюється в планшайбі контршпинделя верстата і шпиндель відключається від приводу головного руху.

Свердлильний шпиндель за допомогою гвинта радіальної подачі вручну встановлюється на діаметр свердління (діаметр секції вежі) Привідні і обкатані ролики розлучаються спеціальними ключами і заводяться на виріб. Потім ключі знімаються і позиціонування пристосування по куту здійснюється двигуном M3 через черв'ячний редуктор і приводних роликах.

Фіксація пристосування в позиції свердління здійснюється за допомогою гідроциліндра.

Осьова подача виконується двигуном M2 через ходовий гвинт.

Привід свердла здійснюється наслідків двигуна M1 через планетарний редуктор.

Відлік кутового положення проводиться одночасно за двома датчиком: грубо - по датчику верстата (цей сигнал отримуємо через систему ЧПУ), а точно

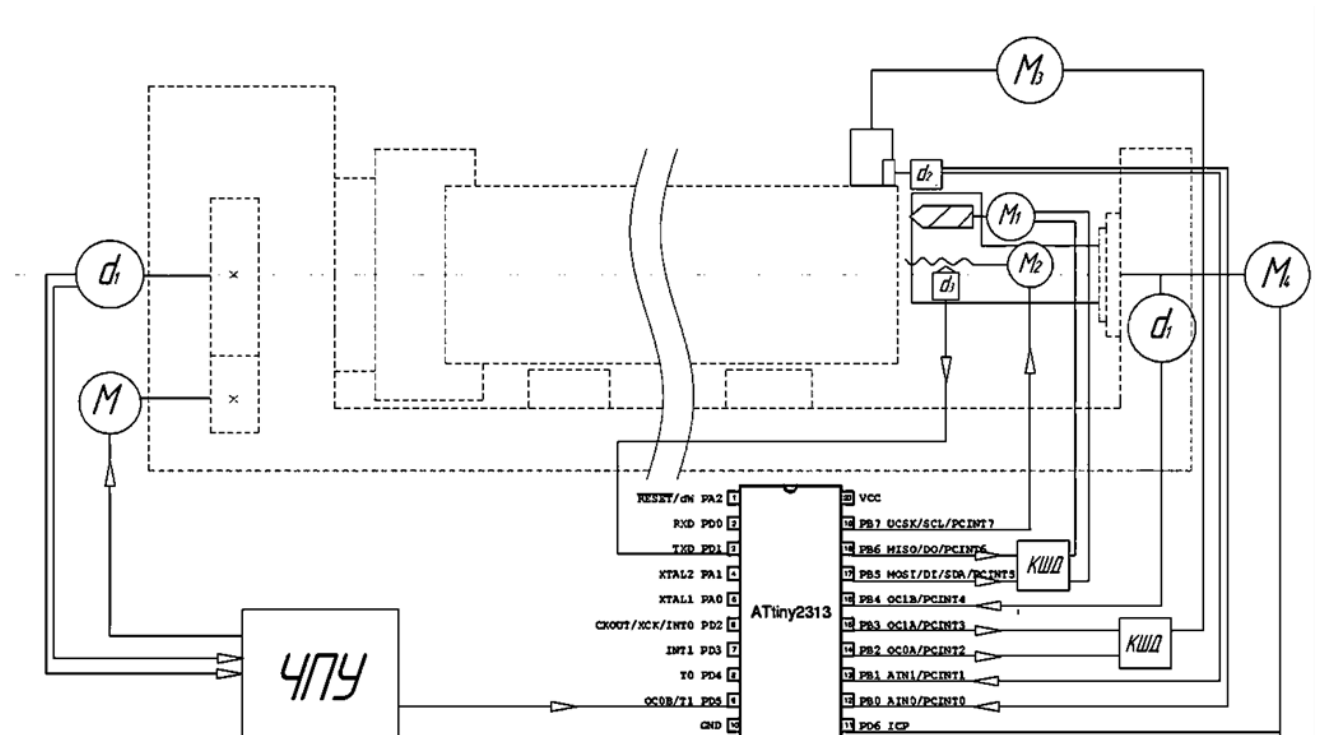
- по датчику на серзі з обкатних роликом. Це дає необхідну точність позиціонування.

Підтискні ролики гасять коливання ширини фланця, похибки виготовлення.

Мікроконтролер управляє двома кроковими двигунами повороту і осьової подачі. А також отримує дані від трьох датчиків: датчик шпинделя, датчик на обкатному ролику, датчик початкової прив'язки.

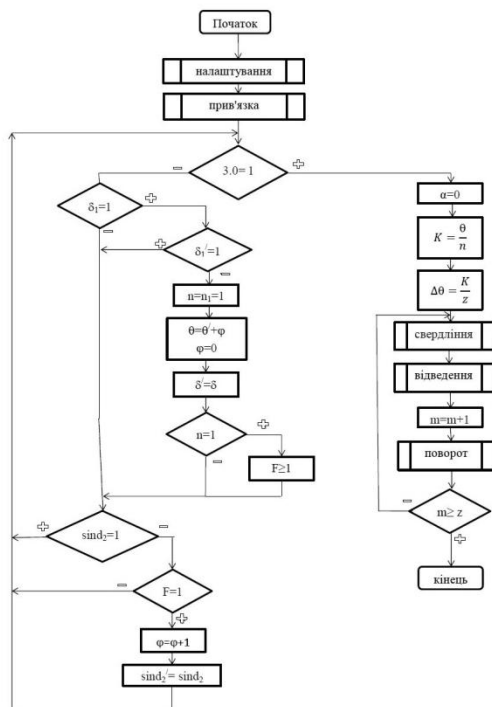
Загальний вигляд являє собою раму з пристосуванням встановленої на цапфі через напрямні типу «Ластівчин хвіст».

У четвертому розділі було розроблена компоновальна і структурна схеми верстата показані на рисунку.

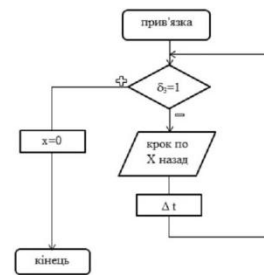


Компоновальна і структурна схеми верстата

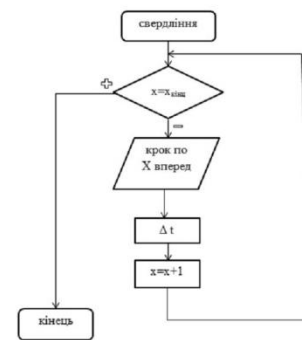
Після було розроблено блок-схеми алгоритму роботи системи управління та розроблена керуюча програма.



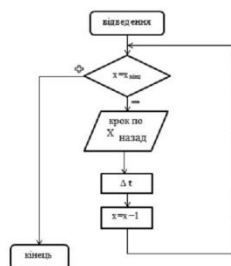
Блок-схема основної програми мікроконтролера



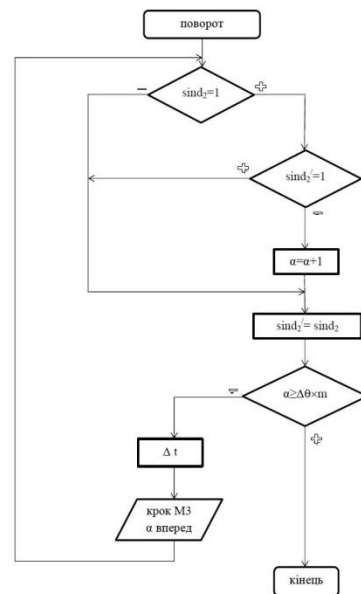
Блок-схема підпрограми «Прив'язка»



Блок-схема підпрограми «Свердління»



Блок-схема підпрограми «Відведення»



Блок-схема підпрограми «Поворот»

У п'ятому розділі проаналізовано техніко-економічні показники проекту.

У шостому розділі проведений аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів, запропоновані заходи щодо виробничої санітарії, заходи щодо технічної безпеки, розглянута безпека при надзвичайних ситуаціях

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі було розглянуто основні теоретичні відомості про вітроенергетичні установки та стан вітроенергетики в країні і світі. Обрано устаткування на якому буде проводитися обробка фланців секцій веж ветроенергетичних установ, а також обґрунтовано проблему та намічено шляхи її вирішення. Обґрунтовано мету та завдання роботи, а також сформульовано об'єкт та предмет дослідження.

В частині проектування пристосування було розроблено принцип роботи спеціального мехатронного свердлильного пристосування підвищеної точності для обробки фланців секції вежі вітроенергетичних установок. Також були виконані розрахунки граничних режимів різання, параметрів точності ,приводів головного руху, осьової подачі та позиціонування. За результатами всіх розрахунків було спроектовано спеціальне свердлильне пристосування підвищеної точності для обробки фланців секцій вежі вітроенергетичних установ.

Було створено мехатронну систему для управління роботою спеціального пристосування, обрано і обґрунтовано типи датчиків і двигунів. Також розроблені блок-схеми алгоритму роботи системи управління та розроблена керуюча програма.

В економічній частині був проведений розрахунок економічних показників проекту, аналіз конкурентоздібності проектного верстата.

В частині охорона праці та безпека при НС було проведено аналіз: небезпечних і шкідливих виробничих факторів; заходів з промислової санітарії; заходів з техніки безпеки; безпеки при надзвичайних ситуаціях.

У результаті роботи досягнуто розширення технологічних можливостей обробки отворів у фланцях секцій вітроенергетичних установок. Досягнуто підвищення продуктивності, точності та якості обробки.

АНОТАЦІЯ

Зубцова Єлизавета Сергіївна: Мехатронне свердлильне пристосування підвищеної точності для обробки отворів у фланцях секцій вежі вітроенергетичних установок - Рукопис.

Магістерська робота на отримання академічного ступеня магістра за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування. - Донбаська державна машинобудівна академія. Краматорськ, 2017.

Магістерська робота – Мехатронне свердлильне пристосування підвищеної точності для обробки отворів у фланцях секцій вежі вітроенергетичних установок.

В основу роботи покладено розробку спеціального пристосування для обробки отворів у фланцях секцій вежі вітроенергетичних установок. Розроблена програма управління процесом обробки отворів у фланцях секцій вежі вітроенергетичних установок. Застосування спеціального пристосування дозволить розширити технологічні можливості обробки отворів у фланцях секцій вітроенергетичних установок. Досягнути підвищення продуктивності, точності та якості обробки..

Ключові слова: МЕХАТРОННЕ ПРИСТОСУВАННЯ, ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВИ, ЧИСЛОВЕ ПРОГРАМНЕ КЕРУВАННЯ, ПРИВІД, СВЕРДЛИННЯ, ВЕРСТАТ.

ABSTRACT

Zubtsova Elizaveta Sergeevna: Mechatronic drilling device for increased precision for the treatment of openings in the flanges of the sections of the wind turbine tower - Manuscript.

Master's work on obtaining an academic master's degree in specialty 133 Branch Engineering. - Donbas State Machine-Building Academy. Kramatorsk, 2017.

Master's work Mechatronic drilling device for increased precision for processing holes in the flanges of sections of the turret wind power plants.

The basis of the work is the development of a special device for the processing of openings in the flanges section wind turbine towers. A program for managing the processing of holes in the flanges of the wind turbine tower sections has been developed. Application of a special device will allow to expand technological possibilities of processing holes in the flanges of sections of wind power plants. Achieve productivity, accuracy and processing quality ..

Key words: MECHATRONIC DEVICE, WIND POWER ENGINEERING, NUMERICAL CONTROL, DRIVE, DRILLING, MACHINE TOOL.