

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ»

Рудакова Ксенія Олександрівна

УДК 621.78.015

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМУВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ ІНСТРУМЕНТУ В
РОБОЧІЙ ЗОНІ ОПТОПОДА

Спеціальність 8.05050201 – Технологія машинобудування

Автореферат
Магістерської дипломної роботи

Краматорськ – 2016

Дипломною роботою є рукопис

Робота виконана в Донбаській державній машинобудівній академії
Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник д.т.н, проф.

Ковалевський Сергій Вадимович,

Донбаська державна машинобудівна академія

Захист відбудеться 5 січня в Державній машинобудівній академії за адресою
м. Краматорськ, вул. Шкадінова 72, 84313

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Необхідність дослідження робочої зони нового верстата-робота з паралельною кінематикою (ВРПК), завдяки чому з'явиться можливість обробляти деталі різних розмірів і різної конфігурації, і виведе машинобудування на новий рівень.

Мета роботи - виконати дослідження, а також обґрунтувати принципові можливості розширення зони обробки оптопода. Відповідно до поставленої мети визначено наступні **завдання**:

1. виконати аналіз існуючих компонок верстатів з паралельною кінематикою;
2. запропонувати раціональну компоновку верстата-робота;
3. розробити методику аналізу геометричних параметрів ВРПК, виконати експериментальні дослідження і обробити їх результати із застосуванням нейромережного моделювання.

Об'єкт дослідження: верстат-робот з паралельною кінематикою - оптопод.

Предмет дослідження: робоча зона оптопода.

Методи дослідження - експериментальне дослідження, нейромережеве моделювання.

Наукова новизна роботи: розроблена методика визначення робочої зони верстата-робота з паралельною кінематикою, на прикладі верстата-робота для обробки станин великогабаритних токарних верстатів, створена нейромережева модель процесу.

Практична цінність:

- досліджено верстат-робот для обробки деталей різної конфігурації;
- сформульовані основні вимоги до технологічного обладнання та його компонентів;

- представлені рекомендації щодо застосування верстата-робота для різних вимог точності виготовлення.

Наукова апробація роботи: основний зміст і ідея роботи представлені на Всеукраїнській науковій конференції «Нейромережеві технології та їх застосування» (м.Краматорськ, ДДМА 8 грудня 2015), Студентської науково-технічній конференції «Молода наука» (м.Краматорськ, ДДМА , 10 квітня 2016 г.), Міжнародній науковій конференції «Актуальні задачі сучасних технологій» (м.Краматорськ, ДДМА, 17 листопада 2016р.), Всеукраїнській науковій конференції «Нейромережеві технології та їх застосування» (м.Краматорськ, ДДМА 13 грудня 2016).

Особистий внесок: полягає в проведенні наукових досліджень, аналізі експериментальних даних, обробці результатів досліджень. Також за результатами роботи складена заявка на патент «Формування траєкторії руху інструменту в робочій зоні оптопода» (Ковалевський С.В., Рудакова К.О.).

Публікації: результати досліджень опубліковані в чотирьох збірниках наукових праць, в трьох збірниках тез наукових конференцій.

Структура і обсяг роботи. Магістерська дипломна робота містить: вступ, шість розділів і додатки. Зміст розділів магістерської роботи викладено на 129 сторінках, містить 29 малюнків, 5 таблиць, 4 додатка, 54 використаних літературних джерел.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі: «Механізми з паралельної кінематикою» - розглянуто поняття, класифікація механізмів з паралельною кінематикою, переваги таких механізмів в порівнянні з традиційними верстатами. У верстатів з паралельною кінематикою всі координати пов'язані, і переміщення по одній координаті вимагає одночасної зміни всіх інших. Відрізняються вони зв'язком шарнірних штанг вузла, на якому встановлена деталь яка обробляється, з вузлом, що несе інструмент, при цьому необхідна

траєкторія руху інструмента щодо деталі досягається зміною або довжин цих штанг, або кутових і лінійних положень штанг постійної довжини. Переваги такого обладнання дуже високі, так як вдала конструкція верстата з паралельною кінематикою здатна перевершити верстати традиційної схеми за габаритами і масою, енергетичною ефективністю, динамічними характеристиками. Перевага полягає ще і в тому, що всі похибки як конструктивні, так і кінематичні при механообробці можна компенсувати програмним комп'ютерним забезпеченням. При налагодженому серійному випуску комп'ютерне забезпечення дозволяє знизити вартість виготовлення і збільшити інтервал обробки. Розробка і дослідне застосування такого обладнання є актуальним.

У другому розділі: «Методика дослідження» - запропонован новий верстат-робот з паралельної кінематикою - оптопод (рис. 1), який є альтернативою сучасним п'ятикоординатним верстатам.

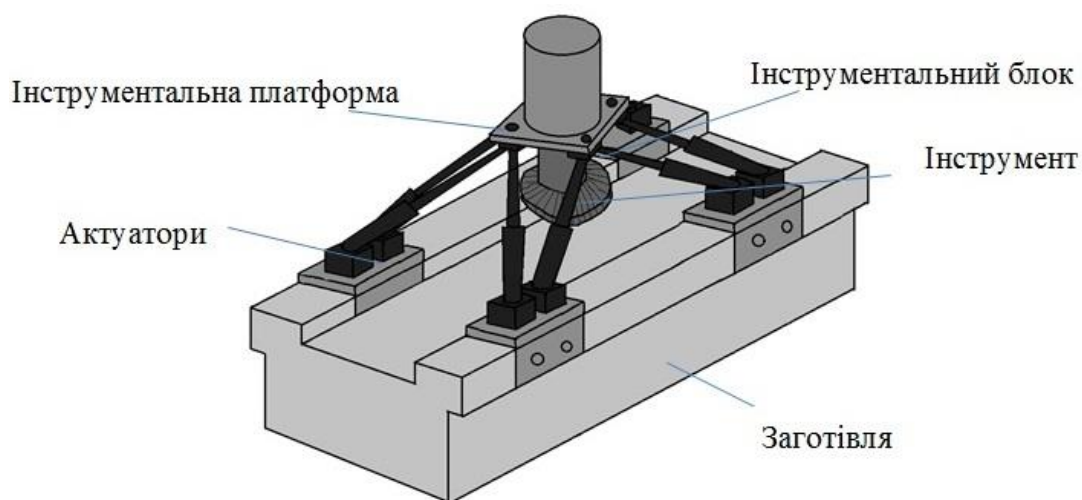


Рисунок 1 - Модель мобільної інтелектуальної технологічної машини - у вигляді мобільного верстата-робота з паралельною кінематикою

Особливість компонування оптопода є те, що його підстава є опорною поверхнею оброблюваної деталі. Однак управління ВПК значно складніше в порівнянні з традиційними системами і вимагає впровадження систем

управління з інтелектуальними компонентами. Основними відмінностями обробки із застосуванням технологічних машин з інтелектуальною системою управління від традиційної механічної обробки є постійна зміна схеми формоутворення в процесі обробки, в зв'язку з чим змінюються в широкому діапазоні кінематичні, динамічні, точності характеристики процесів різання, при яскраво вираженій їх нелінійності.

У третьому розділі: «Кінематика оптопода» - розглянута важливість кінематики, її інтерес який полягає в силах, які спрямовані вздовж дії стрижнів. Верстат складається з уніфікованих деталей: штанг, платформ, мотор шпинделя, інструменту. З'являється можливість створювати, компонувати ці верстати зі стандартних уніфікованих виробів. Такі верстати, володіючи такою конструктивною і технологічною гнучкістю, можуть обробляти деталі не тільки в середині своєї робочої зони, але і зовні. Проведено розрахунок робочої зони оптопода. Спираючись на кінематичну схему верстата-робота (рис.2) отримані умови обмеження (1).

$$C_H = l_{min} \leq EM^2 + AL^2 + AK^2 \leq l_{max} \quad (1)$$

$$C_H^2 \leq \sqrt{(z + C_H)^2 + x^2 + y^2} \leq l_{max}^2$$

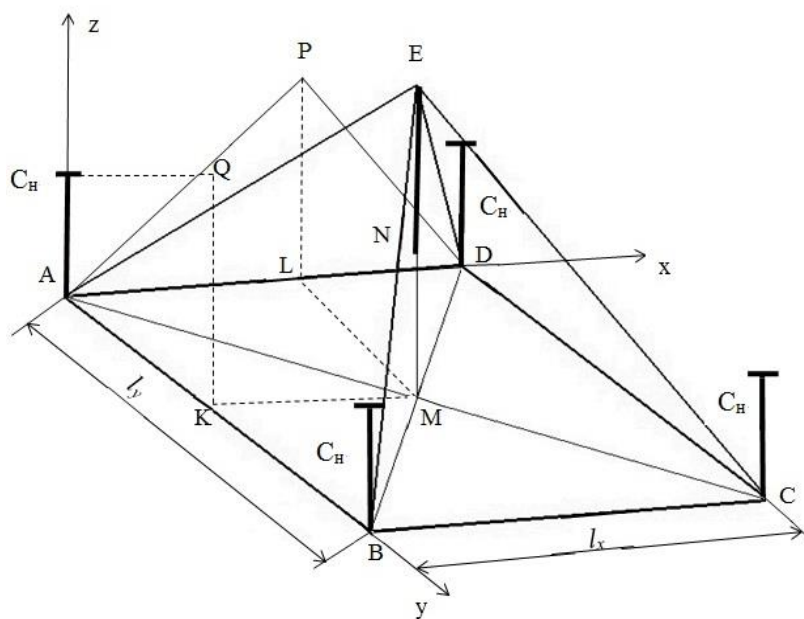
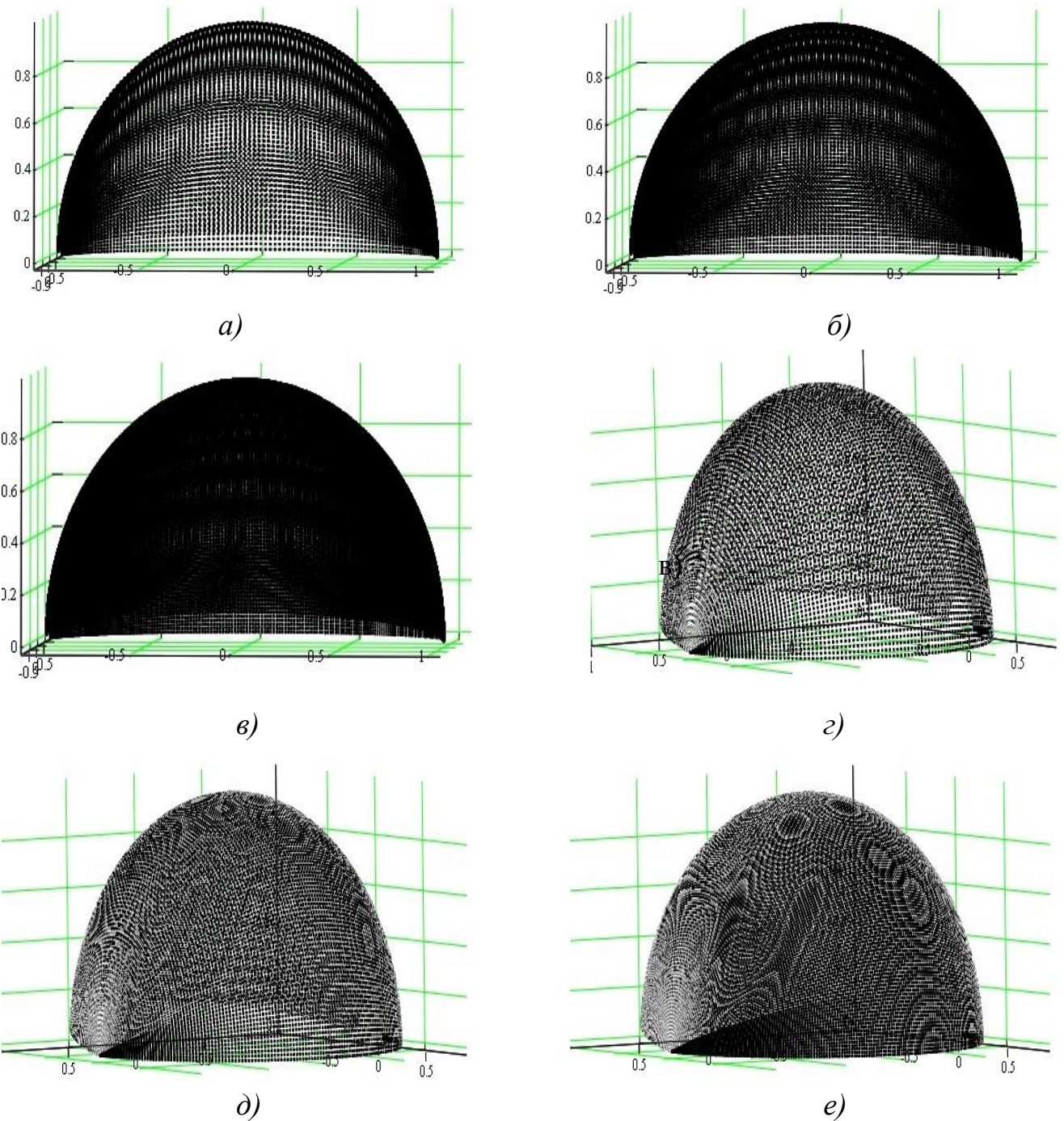


Рисунок 2 – Кінематична схема оптопода

Аналіз зони обробки виконан за допомогою програми MathCad, при різних розмірах вильоту інструменту (рис.3).



а) при $C_H = 300$ мм; б) при $C_H = 400$ мм;
 в) при $C_H = 500$ мм; г) при $C_H = 300$ мм, $d_\phi = 100$ мм;
 д) при $C_H = 400$ мм, $d_\phi = 150$ мм; е) при $C_H = 500$ мм, $d_\phi = 200$ мм

Рисунок 3 - Зона обробки

Проведено розрахунок похибки, який показав, що для кожної точки робочого простору точність позиціонування формується кожної штангою змінної довжини певної дискретністю кроку, тобто точність позиціонування однієї точки визначає вісім штанг (рис. 4). Рухливі кінці штанг при позиціонуванні здійснюють переміщення по всім трьом координатам одночасно, оскільки сумарна похибка позиціонування буде являти собою композицію тривимірних розподілів, що мають тенденцію негативного ексцесу, тобто в сторону зменшення похибки. Тому, очікувана похибка буде менше за рахунок того, що використовується кілька штанг. Збільшення числа керованих штанг з шести до восьми, дозволяє зменшити похибку настройки інструменту.

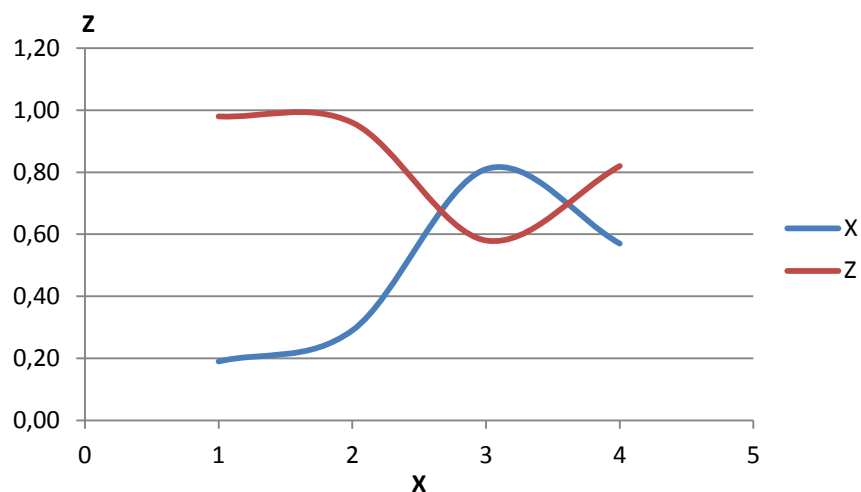


Рисунок 4 - Графік похибок ВРПК

Створена модель (рис. 5) перетворення програмних координат в відпрацьовані координати переміщення інструменту (X , Y , Z) при одночасному переміщенні 8-ми штанг з нормованою дискретною переміщення. На основі використання таблиці вихідних даних - кортежів (тобто результатів експерименту з відомими вхідними даними і вихідними) була навчена нейронна мережа, яка містить інформацію про асоціативні зв'язки. Між відомими векторами входів і виходів технічної системи і являє собою модель досліджуваного процесу, за допомогою якої проведені подальші дослідження.

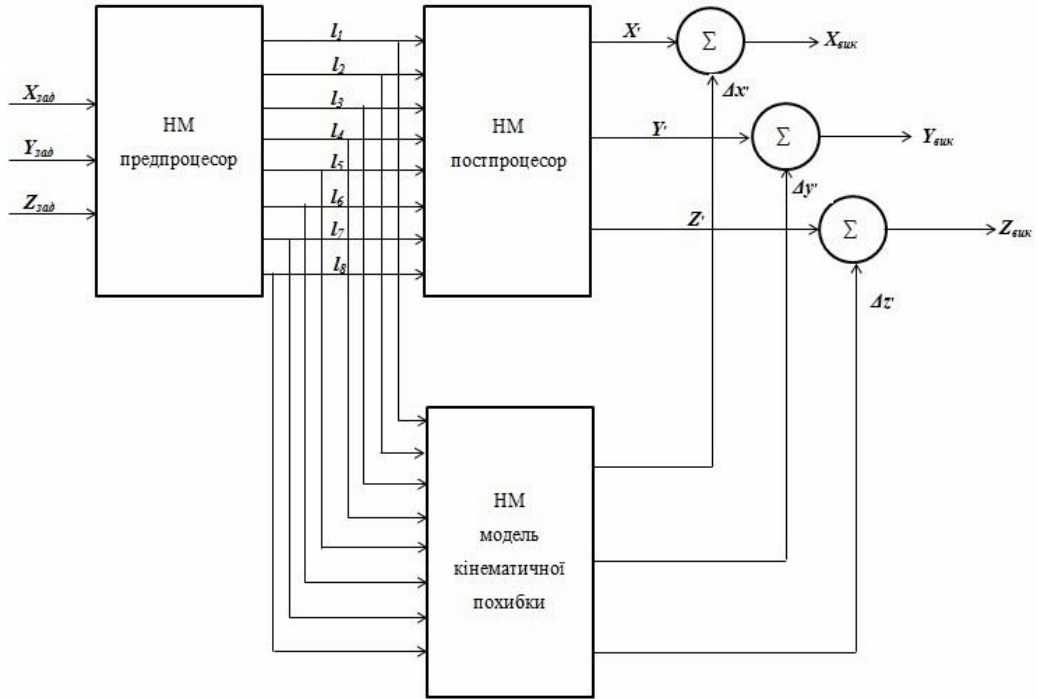
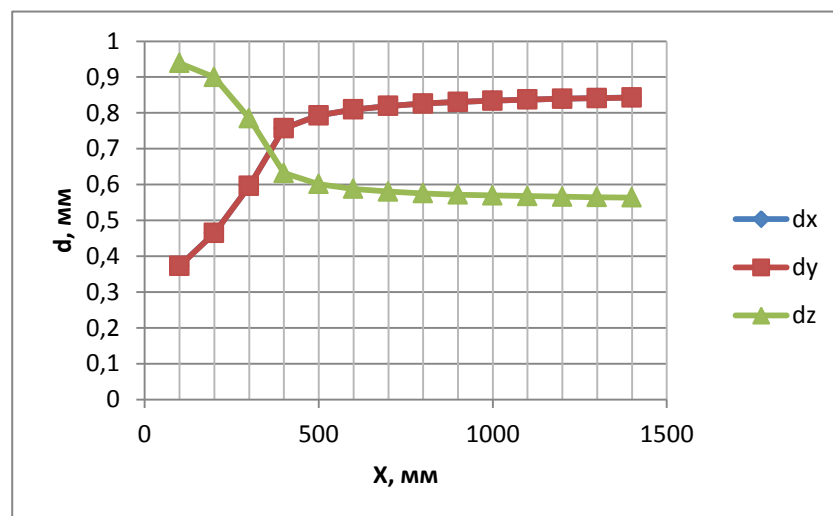


Рисунок 5 - Нейромережна модель

В результаті дослідженої моделі в межах X , Y , Z визначені похибки позиціонування при різних настрювальних розмірах.

При $C_H = 300$ мм зі збільшенням координат X і Y , похибка позиціонування зростає в межах 350 мм, а похибка позиціонування по Z зменшується в межах 300 мм. (рис. 6).

Рисунок 6 - Залежність похибки від довжини X , при $C_H = 300$ мм

При $C_H = 400$ мм зі збільшенням координат X і Y , похибка позиціонування зростає в межах 380 мм, а похибка позиціонування по Z зменшується в межах 350 мм (рис.7).

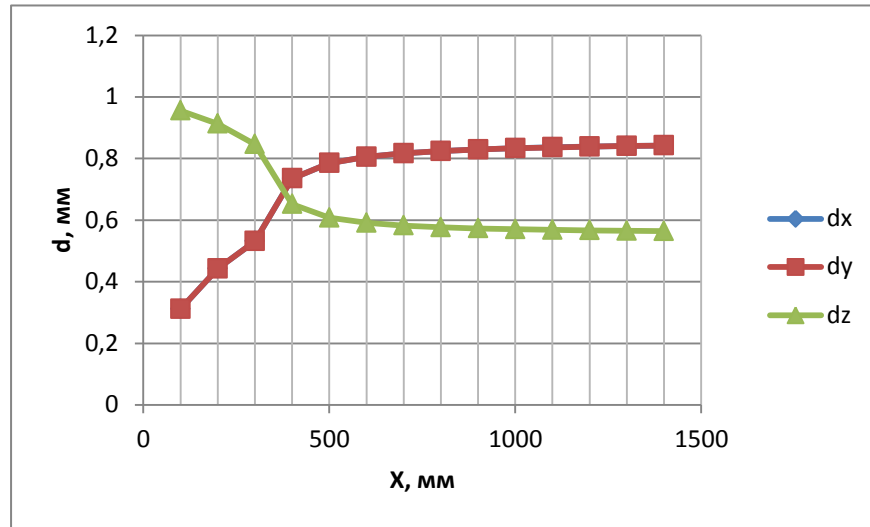


Рисунок 7 – Залежність похибки від довжини X , при $C_H = 400$ мм

При $C_H = 500$ мм зі збільшенням координат X і Y , похибка позиціонування зростає в межах 400 мм, а похибка позиціонування по Z зменшується в межах 400 мм (рис.8).

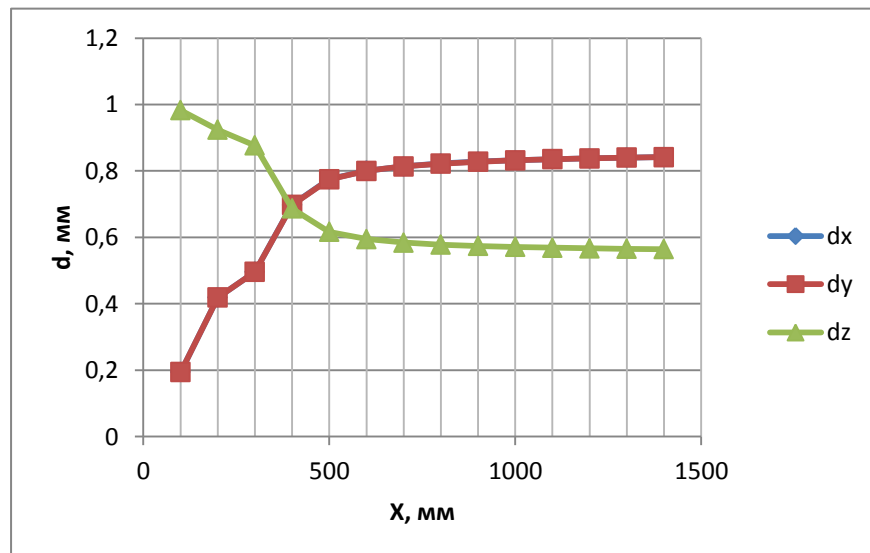


Рисунок 8 – Залежність похибки від довжини X , при $C_H = 500$ мм

У четвертому розділі: «Розробка методичних вказівок до лабораторно-практичної роботи» - розроблені методичні вказівки для виконання лабораторно-практичної роботи «Моделювання робочої зони верстата-робота». Мета цієї роботи: змодельовати робочу зону верстата-робота.

В п'ятому розділі: «Організаційно-економічна частина» - визначені і розраховані економічні показники.

У шостому розділі: «Охорона праці та безпека при надзвичайних ситуаціях» - проведено аналіз фізичних, хімічних, психологічних і біологічних небезпечних і шкідливих факторів, які існують в механоскладальних цехах.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ І РЕЗУЛЬТАТИ

У дипломній роботі розроблена методика визначення робочої зони верстата-робота з паралельною кінематикою, на прикладі верстата-робота для обробки станин великогабаритних токарних верстатів. Робоча зона верстата-робота запропонованої кінематики, не має «мертвих» зон, які мають місце в традиційних гексаподах. Виконали експериментальні дослідження і обробили їх результати із застосуванням нейромережного моделювання.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИПЛОМА

Всього за результатами досліджень:

1) Опубліковано статті:

- Ковалевський С.В. Дослідження формування траєкторії руху інструменту в робочій зоні оптопода / С.В. Ковалевський, К.О. Рудакова // «Студентський Вісник Донбаської державної машинобудівної академії»

збірник наукових праць Донбаської державної машинобудівної академії - Краматорськ: ДДМА, 2016.

- Рудакова К.А. Особенности формирования траектории движения в рабочей зоне гексапода / К.А. Рудакова // «Молода наука ХХІ століття» збірник наукових праць всеукраїнської науково-технологічної конференції студентів та молодих вчених з міжнародною участю - Краматорськ: ДДМА, 2016.

- Ковалевський С.В. Геометричне моделювання в проектуванні інноваційного технологічного обладнання з використанням нейронних мереж / С.В. Ковалевський, К.О. Рудакова // «Нейромережні технології та їх! Застосування» збірник наукових праць всеукраїнської науково-технологічної конференції з міжнародною участю - Краматорськ: ДДМА, 2016.

2) Результати дослідження повідомлені на:

- Всеукраїнській науковій конференції «Нейромережеві технології та їх застосування» (м Краматорськ, ДДМА, 8 грудня 2015р.);

- Студентській науково-технічній конференції «Молода наука» (м Краматорськ, ДДМА, 8 квітня 2016р.);

- Міжнародній науковій конференції «Актуальні задачі сучасних технологій» (м. Краматорськ, ДДМА, 17 листопада 2016р.)

- Всеукраїнській науковій конференції «Нейромережеві технології та їх застосування» (м.Краматорськ, ДДМА 13 грудня 2016 р).

3) оформлена заявка на винахід «Формування траєкторії руху інструменту в робочій зоні оптопода» (Ковалевський С.В., Рудакова К.О.).