

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ»

Ємець Владислав Володимирович

УДК 621.9

ПРОЕКТУВАННЯ І ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ
ПРИВОДІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МОБІЛЬНИХ МАШИН

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. Значимість роботи полягає в необхідності вдосконалення існуючого обладнання за рахунок використання станків з паралельною кінематикою головною ланкою яких є приводна частина.

Мета роботи. Спроекувати та дослідити технологічні можливості приводів, а також розробити експериментальну модель верстату для дослідження приводів. Відповідно до поставленої мети визначені наступні **завдання:**

Запропонувати і спроекувати конструкцію, а також експериментально дослідити продуктивність його роботи в експериментальній моделі обладнання;

- Розробити експериментальну модель для дослідження можливостей приводів;

- Виконати експериментальні дослідження і обробити їх результати із застосуванням програмного забезпечення;

- Розробити технологічні рекомендації щодо застосування приводу.

Об'єкт дослідження: лінійний привід.

Предмет дослідження: можливості лінійних приводів.

Методи дослідження - експериментальні, програмне моделювання. Експериментальні дослідження та обробка експериментальних даних здійснювалася за допомогою пакету динамічного моделювання LMS Imagine.Lab AMESim SE.

Наукова новизна роботи: при роботі з патентним пошуком щодо лінійних приводів було розглянуто варіативний ряд і виявлено передбачувану конструкцію приводу, створено динамічну модель, визначені та проаналізовані умови її роботи при проведенні стимуляційного моделювання.

Практична цінність:

- Сформульовано основні вимоги до приводів;

- Визначено конструкції і виявлено складові частини приводу;
- Розроблено технологічні рекомендації щодо доцільності використання розробленого пристрою.

Наукова апробація роботи: основний зміст і ідея роботи представлені на Всеукраїнській науковій конференції «Нейромережеві технології та їх застосування НСТіП-2015» збірник наукових праць - Краматорськ: ДДМА, 2015., «Студентський Вісник Донбаської державної машинобудівної академії» збірник наукових праць Донбаської державної машинобудівної академії - Краматорськ: ДДМА, 2016.; Молода наука. Технологія машинобудування : збірник наукових праць всеукраїнської науково-технічної конференції студентів і молодих вчених / за заг. ред. С. В. Ковалевського, д-ра техн. наук, проф. – Краматорськ : ДДМА, 2016, «Якість освіти – управління, сертифікація, визнання» збірник наукових праць - Краматорськ: ДДМА, 2016..

Особистий внесок: полягає у проведенні наукових досліджень, аналізу експериментальних даних, обробці результатів досліджень. Також за результатами роботи складена заявка на патент «Телескопічний лінійний привод штанги мобільного верстата-робота» (Ковалевський С.В., Ємець В. В.).

Публікації: результати досліджень опубліковані в п'яти збірниках наукових праць та наукових конференцій.

Структура та обсяг роботи. Магістерська дипломна робота містить: вступ, шість розділів і додатки. Зміст розділів магістерської роботи викладено на 152 сторінках, містить 66 малюнків, 20 таблиць, 3 додатки, 51 використане літературне джерело.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі: «Аналіз літературних джерел» - сучасне виробництво потребує різноманітних виконавчих механізмів і агрегатів, в яких в якості джерел механічної енергії використовуються гідравлічні, пневматичні і електричні приводи. Наслідком того, що розгортається механізоване і автоматизоване виробництво можна прослідкувати тенденцію, що мехатронні системи все більше і більше впроваджуються в наше життя. Звісно ж, вони торкнулися також і машинобудування.

Мехатроніка — це наука, головна мета якої полягає в створенні і використанні машин, які рухаються і працюють на основі управління електронно-обчислюваної техніки. В основу науки покладені принципи механіки, інформатики, мікропроцесорної техніки і управління машинами за допомогою комп'ютерних технологій. Мехатроніку та робототехніку часто відносять до подібних понять. Обумовлено це тим, що робототехніка в своїй сутності базується на принципах мехатроніки, і будь який розвиток автономних машин можливий лише в її рамках.



Рисунок 1 – мехатронні системи

Три складові частини, на яких базуються мехатронні системи:

Електромеханічна (електродвигуни, механічні пристрої);

Електронна (мікроелектронні плати, силові перетворювачі та вимірювальні ланцюги);

Комп'ютерна (мікроконтролери та комп'ютери, які здійснюють необхідні обчислення).

Якими б гарними не були б робототехнічні пристрої, вони все ж виявляються малоефективними для вирішення важливих практичних задач, таких як: обробка складних геометричних поверхностей, ремонтні роботи верстатного пристосування, складових частин крупногабаритних станків (зокрема станин крупногабаритних станків) і т.д.

Одним з варіантів рішення нагальних проблем є використання роботів з паралельною кінематикою, у яких всі переміщення зв'язані між собою конструктивними особливостями, так як в таких роботах задіяний принцип трикутника. В таких механізмах при лінійній зміні одного з плечей, інші підлаштовуються під нього. Найвагомішими їх достоїнствами перед традиційним обладнанням, є мала металоємність, транспортабельність, достатня жорсткість, рівномірний розподіл навантаження за рахунок стрижневої конструкції, і як наслідок високі динамічні показники.

Вибір типу приводу найважливіша задача, яка стоїть при проектуванні будь-якого обладнання, де буде здійснюватися лінійне переміщення або обертальний рух.

Кожен з них передає енергію виконавчого механізму і перетворюють її в рух. У кожного - своя робоче середовище, що робить їх відмінними характеристики.

Вибір типу приводу залежить і від початкових ресурсів виробництва, його потреб, а також фінансових і технічних можливостей підприємства.

Розглянуті у цій роботі приводи дають уявлення про те, який привід краще використовувати зважаючи на цілі і вимоги, які до нього ставитимуться.

У другому розділі: «Методика дослідження» - огляд літератури, викладений у першому розділі роботи, вказує на необхідність вирішення недоліків відомих пристроїв, конструкцій лінійних приводів. Перед нами стоїть проблема - розробки лінійного приводу у якого не буде описаних раніше проблем.

Проблема є також актуальною тому, що існуючі сьогодні аналоги лінійних приводів не мають великий діапазон переміщень при мінімальній складності конструкції. Актуальність створення проектованого лінійного приводу можна пояснити високими економічними і динамічними характеристиками конструкції приводу.

Метою даної роботи є розробка такої конструкції приводу, яка б задовольняла вимогам, які їй пред'являтимуться.

При проведенні патентного огляду були досліджені телескопічні лінійні механізми. Основним напрямком патентного пошуку були патенти, спрямовані на об'єднання досягнень пристроїв в області телескопічних і лінійних приводів при виключенні недоліків присутніх у розглянутих конструкціях, а також більш вузьконаправлене проектування у вигляді приводу ІММ.

Ключові критерії, які пред'являються до конструкції лінійного приводу:

- Телескопічна конструкція;
- Механічне зміна лінійного розміру;
- Тип енергії електрична, преобразующаяся в механічну за рахунок обертання штока;
- Мінімальна металомісткість із збереженням несучої здатності;
- Збільшення ККД;
- Великий діапазон зміна лінійного розміру.

По визначеним критеріям отримана дана схема.

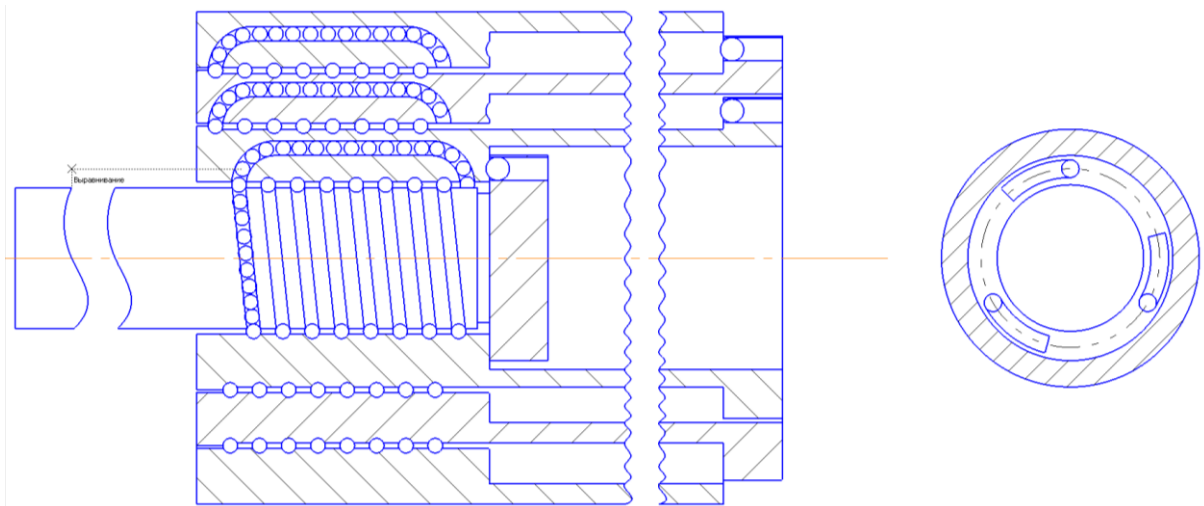


Рисунок 1 – компоновочна схема приводу

У третьому розділі: «Теоретичні-експериментальні досягнення установки для вирощування деталей» - для отримання уявлення про конструкцію приводу був проведений патентний пошук, в результаті якого можна визначитися з конструкцією приводу. В результаті маємо конструкцію приводу (рис.1) який складається з високомоментного крокового електродвигуна, винесеного збоку плеча, і з'єднаного через косозубе зачіплення з телескопічною шаро-гвинтовою передачею.

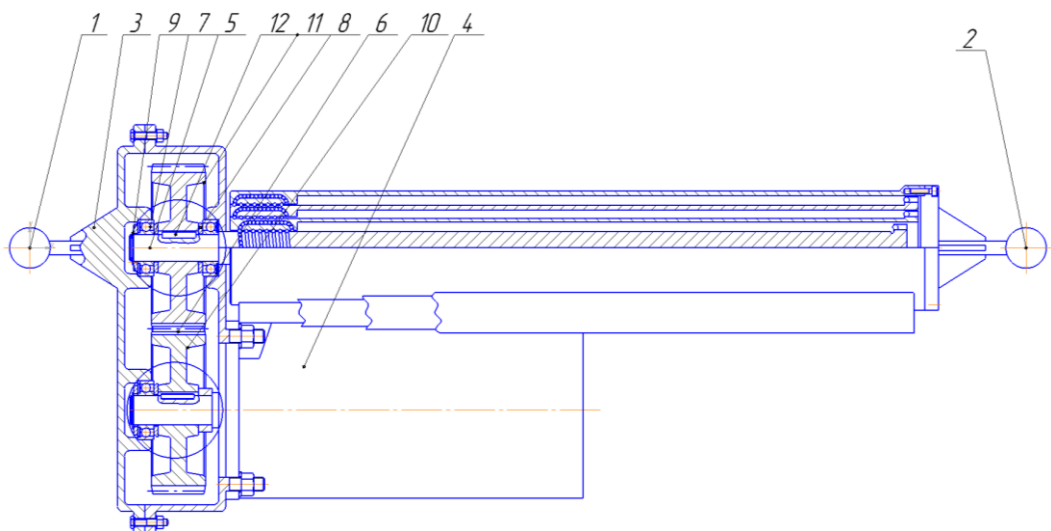


Рисунок 1 – лінійний привід

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення відомого пристрою шляхом розміщення шаро-гвинтового блоку всередині гвинта.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що ступені привода виконані у вигляді тристоронніх шаро-гвинтових пар, розміщених коаксіально щодо середньої частини телескопічного лінійного привода, яка приводиться в обертання через косозубе зачеплення за допомогою крокового електродвигуна.

Телескопічний лінійний привод штанги мобільного верстата-робота вміщує, шарніри 1, 2, шарнір 1 з'єднаний з редуктором 3. Для налаштування привода на заданий розмір застосований кроковий двигун 4. Із-за великих габаритів кроковий двигун 4 винесено збоку шаро-гвинтової пари і передає обертання на вхідний вал 5 за допомогою косозубої зубчастої передачі 6 через редуктор 3. Для фіксації крокового двигуна 4 і вхідного вала 5 в корпусі редуктора 3 використані підшипники 7; шайби 8 і стопорні кільця 9. Для фіксації шестерні 10 і колеса 11 застосували шпонки 12.

Одним із суттєвих підходів до процесу проектування технічних об'єктів є використання САЕ-пакетів для моделювання фізико-технічних об'єктів та систем, таких як: LMS Imagine.Lab AMESim, Automation Studio, Modelica, MapleSim, SimulationX, MATLAB Simulink і SolidWorks, в яких розрахунки проєктованих моделей проводяться з допомогою числових методів рішення диференціальних рівнянь.

Серед САЕ-пакетів, представлених на ринку, можна відмітити пакет AMESim. Щодо інших популярних програм, таких як MATLAB і SolidWorks, то вони потребують більше часу для отримання готового рішення.

Завдяки наявності в AMESim різноманітних бібліотек для динамічного моделювання, даний програмний пакет був використаний для побудови ескізу привода станка-робота (рис.2), з подальшим складанням ескізу станка-робота повністю.

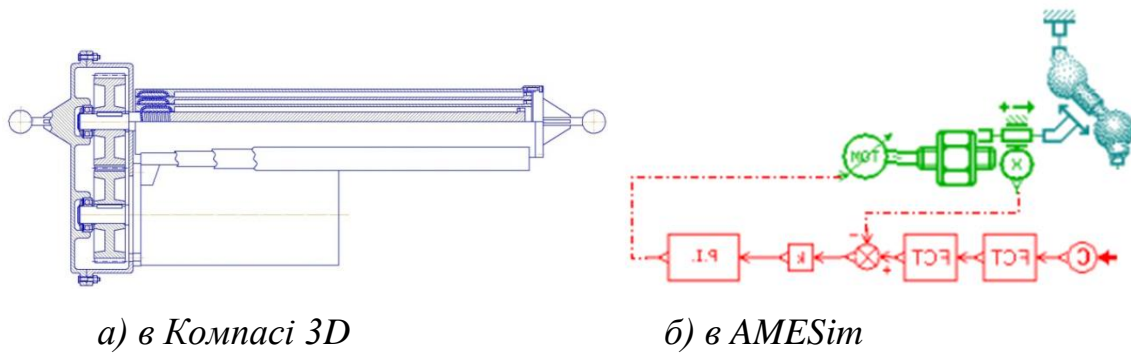


Рисунок 2 – ескіз приводу станка-робота

Для побудови ескізу приводу в AMESim використовувались сигнальний блок, який отримує параметри для керування механічним блоком від вхідних параметрів, а також блок механічних 3D елементів для відображення зібраної в режимі ескезування моделі та її симуляції в режимі симуляції і отримання результатів.

Використовуючи ті ж самі бібліотеки, що і для побудови ескізу приводу була побудована вся конструкція станка-робота (рис.3) яка складається з восьми приводів (актуаторів), розташованих попарно з чотирьох сторін відносно платформи з шпінделем, і з'єднаних з нею.

Після побудови ескізу станка-робота в режимі підмоделі призначається прив'язка командного блока з вихідними параметрами (рис. 4, зліва) до всіх восьми входів сигнальних блоків керуючих кроковими електродвигунами приводів станка-робота. Далі в режимі параметрів задаються всі відомі дані для надання підмоделям та ескізу функціональної можливості до симуляції.

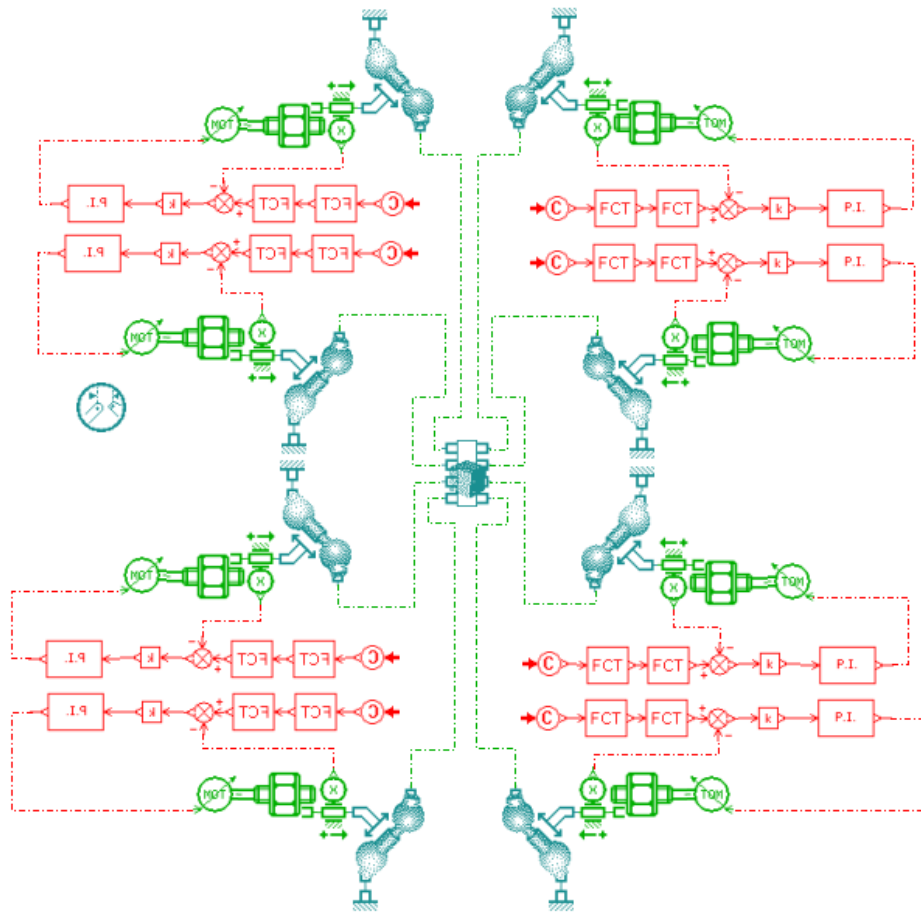


Рисунок 3 – ескіз станка-робота в AMESim

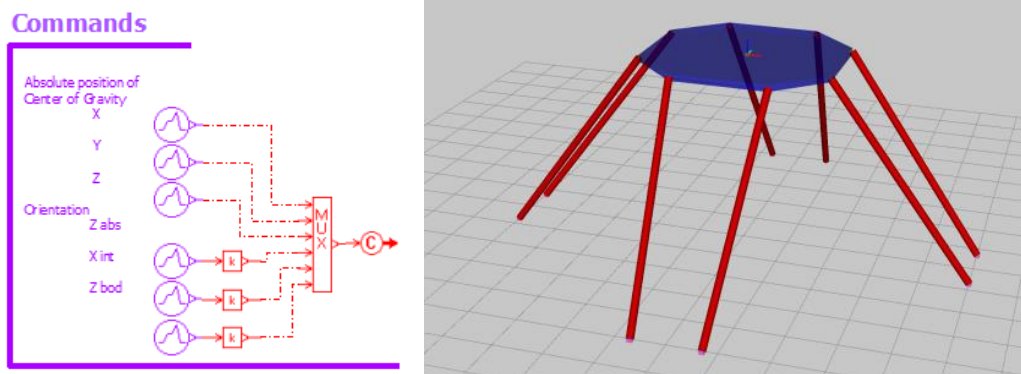


Рисунок 4 – команди для симуляції і модель станка-робота

Результатом симуляції є отримані дані для ескізу платформи (рис. 6) до портів якої були під'єднані гілки ескізів приводів (рис. 5, б).

Для кожного з восьми портів ми маємо результати :

- абсолютна швидкість на порту;
- абсолютну позицію в порт;
- передача матриці ($R_0 - R_s$) в порт;
- абсолютне прискорення в порту\$
- крутний момент в порту.

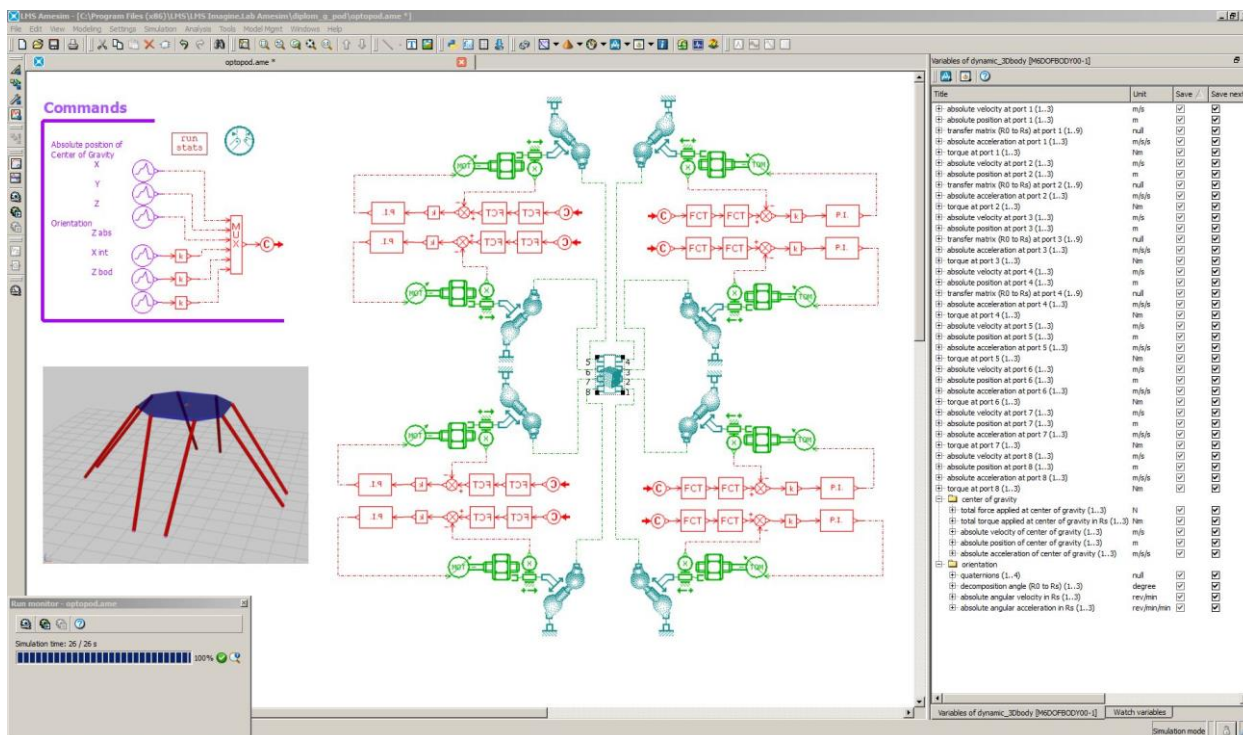


Рисунок 5 – результати симуляції

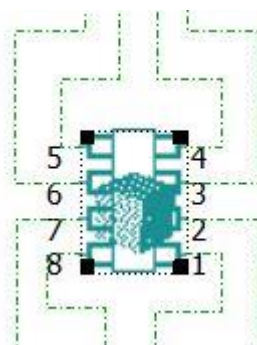


Рисунок 6 – ескіз платформи з портами для восьми приводів

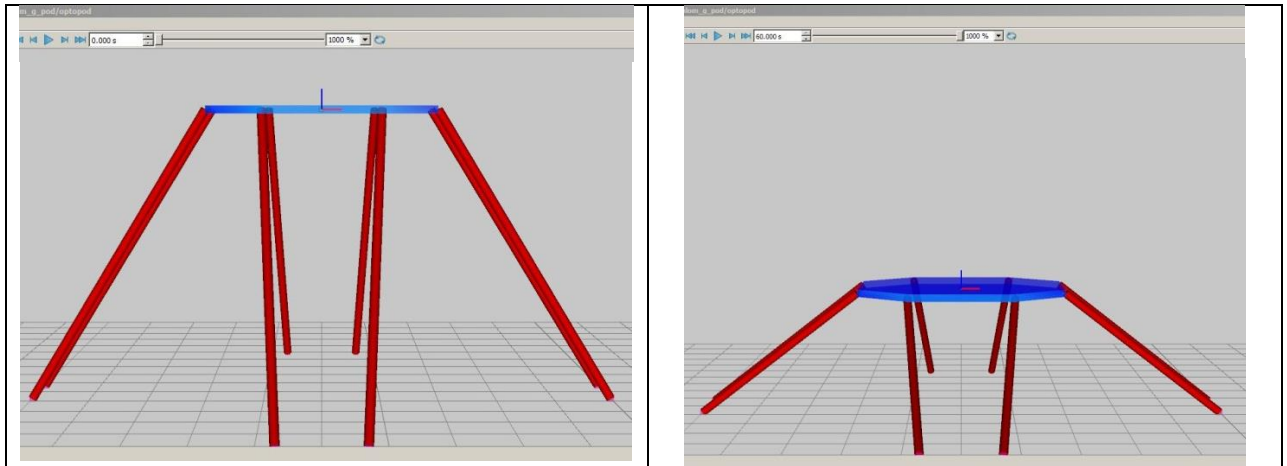


Рисунок 7 – результат симуляції

При занесенні всіх даних і правильній побудові ескізу була отримана симуляційна модель станка – робота. Відпрацювання переміщень платформи налаштовується в командному блоці і по підсумкам проведення симуляції можна мати уявлення про працездатність спроектованої до початку робіт в AMESim конструкції.

У четвертому розділі: «Розробка методичних вказівок до практичної роботи по моделюванню в LMS IMAGINE.LAB AMESIM» - розроблені методичні вказівки для виконання практичної роботи «Процес моделювання системи та динамічне моделювання лінійного приводу в робочій машині». Мета цієї роботи: розглянути процес моделювання системи та провести динамічне моделювання лінійного приводу в робочій машині.

В п'ятому розділі: «Організаційно-економічна частина» - визначені і розраховані економічні показники. Аналізуючи метод вирощування деталі можна виявити суттєву економію коштів на:

- Економії витрат на технологічне устаткування;
- Економії витрат на виробничі площі;
- Економії витрат на матеріали;
- Економії витрат на електроенергію.

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 роботі проведено огляд існуючих типів приводів, які мають свої переваги і недоліки. Саме від умов, в яких працюватиме привід полягає вибір того чи іншого приводу. Не обходиться привід також і без передавального механізму, який теж проектується для дотримання умов роботи приводу.

Для більш детального аналізу проектування та дослідження приводу зводиться до визначення вимог пред'явлених приводу, вибору кращої конструкції та її дослідженню в програмних САЕ-пакетах для визначення динамічних характеристик приводу.

Серед САЕ-пакетів, представлених на ринку, можна відмітити пакет AMESim. Щодо інших популярних програм, таких як MATLAB і SolidWorks, то вони потребують більше часу для отримання готового рішення.

Дослідження можливостей пакету динамічного моделювання LMS Imagine.Lab AMESim SE дозволяють використовувати його для динамічного моделювання в дипломному проектуванні за рахунок легкості створення конструкції і проведення динамічного аналізу, а також за рахунок скорочення часу від ідеї до отримання результатів.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИПЛОМА

Всього за результатами досліджень:

1) Оpubліковано статті:

– Ковалевський С.В. О мобільном станке-роботе для обработки корпусных полых деталей типа тел вращения сложной конфигурации / С.В.

Ковалевський, В. В. Емець // «Нейромережеві технології та їх застосування НСТіП-2015» збірник наукових праць - Краматорськ: ДДМА, 2016.

– Ковалевський С.В. Разработка принципиальной конструкции мобильного станка-робота для обработки корпусных полых деталей типа тел вращения сложной конфигурации / С.В. Ковалевський, В. В. Емець // «Студентський Вісник Донбаської державної машинобудівної академії» збірник наукових праць Донбаської державної машинобудівної академії - Краматорськ: ДДМА, 2016.

– Ковалевський С.В. Особенности приводных механизмов подвижных штанг гексапода // Молода наука. Технологія машинобудування : збірник наукових праць всеукраїнської науково-технічної конференції студентів і молодих вчених / за заг. ред. С. В. Ковалевського, д-ра техн. наук, проф. – Краматорськ : ДДМА, 2016.

– Ковалевський С.В. Проектування і дослідження технологічних можливостей приводів інтелектуальних мобільних машин. / С.В. Ковалевський, В.В. Ємець // «Якість освіти – управління, сертифікація, визнання» збірник наукових праць - Краматорськ: ДДМА, 2016.

– Ковалевський С.В. Можливості пакету динамічного моделювання LMS Imagine.Lab AMESim SE для використання в дипломному проектуванні / С.В. Ковалевський, В.В. Ємець // «Якість освіти – управління, сертифікація, визнання» збірник наукових праць - Краматорськ: ДДМА, 2016.

2) Результати дослідження повідомлені на:

– «Нейромережеві технології та їх застосування НСТіП-2015» збірник наукових праць - Краматорськ: ДДМА, 2016.

– «Студентський Вісник Донбаської державної машинобудівної академії» збірник наукових праць Донбаської державної машинобудівної академії - Краматорськ: ДДМА, 2016.

– Молода наука. Технологія машинобудування : збірник наукових праць всеукраїнської науково-технічної конференції студентів і молодих вчених / за заг. ред. С. В. Ковалевського, д-ра техн. наук, проф. – Краматорськ : ДДМА, 2016.

– «Якість освіти – управління, сертифікація, визнання» збірник наукових праць - Краматорськ: ДДМА, 2016.