

**БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА**

**БР.ПМІ-05.00.00.000ПЗ**

**група ПМІ-21-1К**

**Ніколенко Ігор**

**2023**

**Івано-Франківський національний технічний університет  
нафти і газу**

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Ніколенко Ігор Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9

(індекс)

**БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА**

Розробка робота-маніпулятора для термопластавтомата

Інженерія мехатронних систем

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

І.М. Ніколенко

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Врюкало В.В., доцент кафедри КМВ

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

**Допущено до захисту**

Завідувач кафедри

професор

В.Г. Панчук

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

**Рецензент**

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних розробок. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	Врюкало В.В., доцент каф. КМВ	20.02.23	

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Конструкторсько-технологічний аналіз	05.05.2023	
2.	Збір матеріалу, теоретичний огляд	18.05.2023	
3.	Розробка конструкторської частини	23.05.2023	
4.	Розробка програмної частини	30.05.2023	
5.	Пояснювальна записка	08.06.2023	
6.	Графічна частина	15.06.2023	

Студент \_\_\_\_\_  
( підпис )

Ніколенко І.М.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
( підпис )

Врюкало В.В.  
(прізвище та ініціали)

## Реферат

Кваліфікаційної бакалаврської роботи: Розробка робота маніпулятора для термопластавтомата

Розрахунково- пояснювальна записка: 52 аркуші формату А4, 32 рисунки, 2 схеми, 10 додатків на 10 аркушах формату А4.

Графічна частина: 4 аркуші формату А1.

Об'єкт дослідження- розробка конструкції робота маніпулятора

Предмет дослідження- робот маніпулятор для термопластавтомата

Мета роботи: розробити робот маніпулятор для термопластавтомата із числовим програмним керуванням, який повинен працювати замість ливарника у цеху та повністю автоматизувати виробничий процес виготовлення пластмасових виробів. Мета досягалася розробляючи та проєктуючи в системах автоматизованого проєктування робота, після чого програмуючи його мікроконтролер.

Відповідно до поставленої задачі, був проведений аналіз наявних конструкцій роботів маніпуляторів та спроектований власний варіант відповідно до поставлених завдань.

**Ключові слова:** *робототехніка, маніпулятор, промисловий робот, ЧПК, програмування, автоматизація.*

Студент: Ніколенко І.М.

## **Abstract**

Coalification bachelor work «Development of manipulating robot for injection molding machine»

Explanatory note: 52 sheets of A4 format, 32 drawings, 2 diagrams, 10 appendices on 10 sheets of A4 format.

Graphic part: 4 sheets of A1 format.

The object of the research is the development of the manipulator robot design

The subject of the study is a robotic manipulator for injection molding machine

The purpose of the work: to develop a manipulator robot for injection molding machine with numerical software control, which should work instead of a operator in the shop and fully automate the production process of manufacturing plastic products. The goal was achieved by developing and designing a robot in automated design systems, and then programming its microcontroller.

According to the given task, was carried out an analysis of existing designs of robotics manipulators and own version was designed according to the given task.

**Keywords:** *robotics, manipulator, industrial robot, CNC, programming, automaton.*

Student: Ihor Nikolenko

## ЗМІСТ

	с.
Вступ.....	6
<b>1 Теоретична частина</b>	
1.1 Класифікація роботів маніпуляторів.....	7
1.2 Призначення роботів маніпуляторів.....	9
1.3 Сфери застосування роботів маніпуляторів.....	12
<b>2 Конструкторська частина</b>	
2.1 Запровадження ідеї проєктування та виготовлення робота маніпулятора із числовим програмним керування.....	15
2.2 Проєктування конструкції робота маніпулятора із ЧПК.....	17
<b>3 Програмна частина</b>	
3.1 Підбір та налаштування електронних компонентів.....	29
3.2 Програмування системи керування.....	36
Список використаних джерел.....	39
Висновки.....	40
Специфікація.....	41
Додаток А Плита основна.....	43
Додаток Б Плита станини верхня.....	44
Додаток В Плита корпусу замикаюча.....	45
Додаток Г Плита упорна осі Y.....	46
Додаток Д Плита рухома осі Y.....	47
Додаток Е Колона рухома.....	48
Додаток Є Втулка в колону.....	49

					<i>БР.ПМІ-05.00.00.000 ПЗ</i>		
		<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Ніколенко І.М.</i>			Розробка робота маніпулятора для термоп्लаставтомату <i>Пояснювальна записка</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архивів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Врюкало В.В.</i>				4	52	
<i>Реценз.</i>					<i>ІФНТУНГ</i>		
<i>Н. Контр.</i>					<i>ПМІ-21-1К</i>		
<i>Затверд.</i>	<i>Панчик В.Г.</i>						

Додаток Ж Куб кріпильний задній.....	50
Додаток З Куб кріпильний передній.....	51
Додаток З Вал осі Z.....	52

					<i>БР.ПМІ-05.00.00.000 ПЗ</i>	5
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докцм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## Вступ

Фінальним етапом навчання на спеціальності «Інженерія мехатронних систем» є виконання бакалаврської роботи. Саме бакалаврська робота здатна показати реальні вміння студента, знання, вміння, здобуті як теоретичні так і практичні навички та рівень підготовки майбутнього спеціаліста, який закінчує процес навчання та переходить до здобуття майбутньої професії за спеціальністю. Виконавши дану роботу, можливо на практиці закріпити та відточити усе отримане в процесі навчання а також частково втілити ідеї практично.

Виконуючи проєкти такого роду, важко виявляти наперед усі помилки або неточності, саме тому в процесі виконання завдання є можливість навчитися виявляти усі недоліки при проєктуванні на ранньому етапі, швидко їх виправляти, щоб не допустити виготовлення елементів майбутньої конструкції з недопрацюваннями або з помилкою. Будь- який інженер- конструктор знає, як важливо виявити помилку ще на стадії проєктування, адже кожна помилка в подальшому несе за собою не тільки втрату робочого часу, продуктивності, конкурентоздатності, але й фінансові втрати. А при розробці проєктів складних та дорогих конструкцій, будь- яке недопрацювання може призвести до зупинки роботи усіх закріплених за виготовленням конструкції або її елементу відділів.

При роботі над бакалаврською роботою однією із основних цілей є повне засвоєння усіх передбачених навчальною програмою для студента фахових компетентностей. Лишень досконало освоївши та на практиці вдосконаливши усі фахові компетентності як: здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі фундаментальних законів і знань прикладної механіки, механіки рідини і газу, здатність виконувати технічні вимірювання, одержувати, аналізувати та критично оцінювати результати вимірювань, здатність практично використовувати комп'ютерні системи проєктування, розуміння принципів функціонування засобів автоматизації, можливо стати конкурентоздатним спеціалістом на тлі сучасного, швидко розвиваючого світу [1].

					БР.ПМІ-05.00.00.000 ПЗ	6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

## 1.1 Класифікація роботів маніпуляторів

Робот маніпулятор- це керований пристрій, оснащений робочим органом для виконання рухомих функцій, аналогічних до функції руки людини під час переміщення об'єктів у просторі (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1- Робот маніпулятор

Залежно від виду систем керування розрізняють маніпулятори з ручним і автоматичним керування. У маніпуляторах з ручним керуванням оператор, діючи на ланки механізму керування, приводить у рух ланки виконавчого механізму. У найпростіших випадках передавання руху здійснюється за посередництвом механічних ланок: зубчастих коліс, тросів, важелів тощо. У цьому випадку

					БР.ПМІ-05.00.00.000 ПЗ	7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

граничні сили та переміщення виконавчого органа обмежені можливостями оператора. У разі потреби більших потужностей окремих ланок виконавчого механізму приводяться у рух приводами за сигналами, що виробляються оператором через пристрій керування. У маніпуляторах з автоматичним керуванням ланки виконавчого механізму приводяться у рух сервоприводами, що працюють за попередньо складеною програмою. Маніпулятори з автоматичним керуванням, що застосовуються при автоматизації виробничих процесів називають промисловими роботами.

Виконавчий механізм будь-якого маніпулятора — це багатоланковий просторовий механізм, який може мати у загальному випадку поступальні, обертальні, циліндричні, сферичні та сферичні з пальцем кінематичні пари. Залежно від поставленої задачі маніпулятор повинен забезпечувати різне число ступенів вільності захоплювача. Наприклад, для відтворення просторового руху захоплювача у загальному випадку маніпулятор повинен мати шість ступенів вільності, які можна реалізувати за допомогою семиланкового кінематичного ланцюга з виключно обертовими парами. Якщо ж потрібно відтворювати просторову траєкторію лише однієї точки захвату, то необхідне число ступенів вільності зменшується до трьох, тобто з'являються надлишкові ступені вільності. Надлишкові ступені вільності дають змогу оптимізувати кінематичні, динамічні, енергетичні та інші критерії якості процесу маніпулювання. Надлишкові (зайві) ступені вільності називають також маневреністю маніпулятора, яка є важливою характеристикою маніпулятора. Збільшення числа ступенів маневреності маніпулятора розширює його можливості при виконанні складних рухів: збільшує робочий простір, зменшує мертві зони, розширює варіантність вибору траєкторій рухів у стиснених умовах.

Робочий простір маніпулятора — простір, в якому може перебувати виконавчий пристрій під час функціонування маніпулятора (автооператора, промислового робота). Конфігурація робочого простору та його величина безпосередньо залежать від числа ступенів вільності маніпулятора, розташування і

					<i>БР.ПМІ-05.00.00.000 ПЗ</i>	
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>8</i>

типу кінематичних пар та розмірів ланок. Переміщення руки маніпулятора може здійснюватись у прямокутній, циліндричній або сферичній системах координат. Рух руки у прямокутній системі координат можна забезпечити лише поступальними парами, маніпулятор лише з обертовими рухами ланок дає змогу переміщати об'єкт маніпулювання в об'ємно-сферичній робочій зоні. Широкі можливості мають маніпулятори на основі структурної схеми з двома поступальними і одним обертальним рухом ланок, що дають змогу маніпулювати об'єктом в об'ємно-циліндричній робочій зоні. Поширеними є також маніпулятори на основі структури із двома обертовими і одним поступальним рухом ланок, що дає можливість маніпулювати у значно більшій об'ємно-сферичній зоні. При цьому не всі частини робочого простору однаково зручні для виконання заданих рухів захвату. У зв'язку з цим рух захвату поділяють на чотири класи: рухи захоплювача з вільним об'єктом маніпулювання у вільному робочому просторі; рухи захоплювача з вільним об'єктом у невідільному робочому просторі (є перешкоди у вигляді нерухомих об'єктів); рухи захоплювача у вільному робочому просторі з об'єктом маніпулювання, на який накладено в'язі; рух захоплювача у невідільному робочому просторі з невідільним об'єктом маніпулювання.

## 1.2 Призначення промислових роботів

З кожним роком промислові роботи набирають все більшу популярність. Люди намагаються максимально автоматизувати процеси виробництва, і для цього створюють автоматизовані лінії, неодмінною частиною яких є роботи маніпулятори. Сфера застосування у роботів є вкрай різноманітною, від транспортного та ливарного виробництва до харчової промисловості. На даний момент широко набули популярності роботи і у побуті, які економлять людям час виконуючи певну побутову роботу за них.

Різні аспекти застосування промислових роботів розглядаються, як правило, в рамках типових проектів промислового виробництва: виходячи з наявних вимог,

					БР.ПМІ-05.00.00.000 ПЗ	9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вибирається оптимальний варіант, в якому конкретизований необхідний для даної задачі тип робіт, їх кількість, а також вирішуються питання інфраструктури харчування (силові підводки, подача охолоджуючої рідини – у разі використання рідинного охолодження елементів оснащення) та інтеграції у виробничий процес (забезпечення заготовками/напівфабрикатами і повернення готового продукту в автоматичну лінію для передачі наступній технологічній операції).

Промислові роботи у виробничому процесі здатні виконувати основні і допоміжні технологічні операції. До основних технологічних операцій належать операції безпосереднього виконання формоутворення, зміни лінійних розмірів заготовки та ін. До допоміжних технологічних операціям ставляться транспортні операції в тому числі операції з завантаження та вивантаження технологічного обладнання. Серед найпоширеніших дій, виконуваних промисловими роботами, можна назвати наступні:

- завантаження/розвантаження технологічних машин, верстатів.
- маніпулювання деталями (наприклад: укладання, сортування, транспортування і орієнтація).
- переміщення деталей і заготовок від верстата до верстата або від верстата до систем змінних піддонів (рисунок 1.2).
- зварювання швів і точкове зварювання.
- збірка механічних і електричних деталей.
- збірка електронних деталей.
- Фарбування.
- укладка кабелю.
- виконання операцій різання з рухом інструменту по складній траєкторії та ін.

					<i>БР.ПМІ-05.00.00.000 ПЗ</i>	
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>10</i>









## 2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 2.1 Запровадження ідеї проектування та виготовлення промислового робота маніпулятора із числовим програмним керуванням

Бакалаврська робота вважається самим складним та основним проектом студента за весь час його навчання. Саме тому для виконання цього завдання мною було вирішено спроектувати систему із новою конструкцією, з широкими функціональними можливостями. Роздумуючи над ідеєю, хотілося спроектувати конструкцію яка б не мала аналогів або схожих частин які б вже могли бути виготовлені в промисловості. Оскільки спеціальність «Прикладна механіка» безпосередньо пов'язана із робототехнічними комплексами, було прийнято рішення втілити усі знання, навички, можливості у виготовлення робота-маніпулятора.

Проаналізувавши наявні конструкції, було вирішено спроектувати просту та надійну у виготовленні та ремонті, та таку яка б підходила для роботи із різними машинами в галузі виробництва. При проектуванні дотримувалися такі вимоги:

1. Широкі функціональні особливості;
2. Простота використання;
3. Висока міцність конструкції;
4. Ремонтопридатність;
5. Можливість налаштувань усіх вузлів;

Маючи прописані попередні вимоги, почалася робота над виготовленням простих ескізів для розуміння подальшого напрямку роботи у даному проекті. Опреділившись із типом конструкції було вирішено відтворити майбутній робот у 3-D. Для цього стали у нагоді попередньо набуті навички роботи у системі автоматизованого проектування Solid Works. У цій системі була виконана попередня кінематична модель (рисунок 2.1) робота маніпулятора для наглядного уявлення габаритів та типу конструкції. Оскільки робот маніпулятор повинен виконувати якусь певну функцію на промисловому виробництві, було прийняте

					БР.ПМІ-05.00.00.000 ПЗ	15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рішення зробити робот, який би виконував роботу ливарника за термопластавтоматом. Знаючи, що майбутній робот повинен працювати в парі із іншим обладнанням, завдання було досить комплексним та складним. Провівши декілька днів над роздумами майбутньої конструкції, було вибрано оптимальний варіант, який би зміг виконувати усі поставлені функції. (рисунок 2.1).

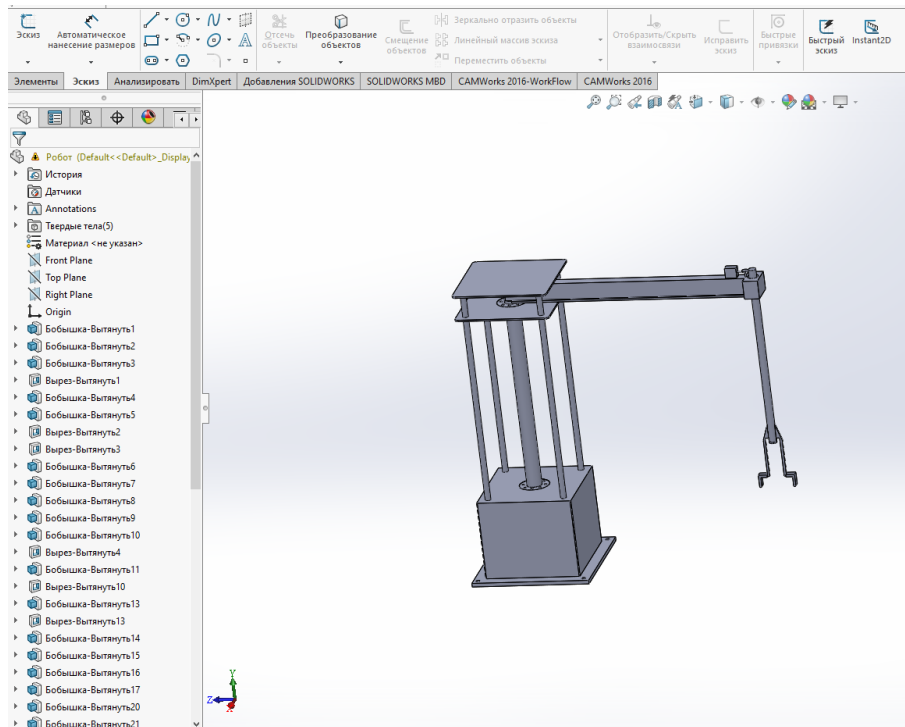


Рисунок 2.1- 3-D модель- прототип конструкції робота

Проводячи аналіз вже створеної моделі, було остаточно затверджено тип майбутньої конструкції. Наглядно бачучи майбутній робот, були проведені роботи над проектуванням кожного елемента конструкції та після внесення правок, розпочався процес проектування цілого робота- маніпулятора. Спроектований робот маніпулятор був виготовлений у якості прототипа із металу для перевірки конструкції на придатність до застосування і роботи. Застосовуючи різнопланове металообробне обладнання, були виготовлені усі механізми робота маніпулятора, зібрані в єдиний вибір, електричні компоненти запрограмовані та підключені. В результаті робот маніпулятор працював та справно виконував поставлені перед ним завдання. Його характеристики були такими, щоб протестувати конструкцію на застосування у промисловості із ливарними машинами (рисунок 2.2).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		БР.ПМІ-05.00.00.000 ПЗ
						16

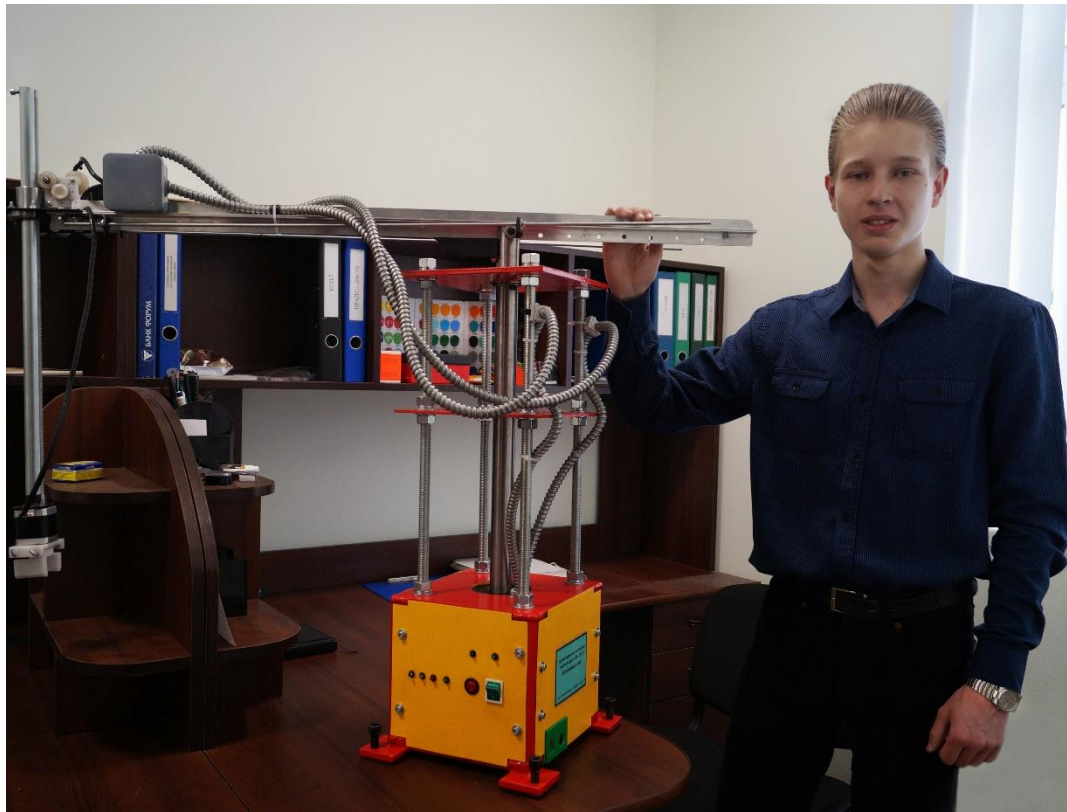


Рисунок 2.2- Прототип робота маніпулятора

Протестувавши конструкцію, стало зрозуміло що такий тип може застосовуватися у промисловості та має перспективи для подальшого виготовлення та вдосконалення. Зважаючи на це, провівши аналіз помилок та конструкційних прорахунків, було почато роботу над новим роботом маніпулятором, у якому добавилася додаткова рухома а не механічна вісь, а також видозмінилася конструкція механізмів.

## 2.2 Проєктування конструкції робота маніпулятора із ЧПК

Проєктування є найважливішим етапом створення будь якої конструкції, саме тому було вибрано системи автоматизованого проєктування Solid Works (рисунок 2.3), щоб уникнути прорахунків та неспівпадінь. Також ця система автоматизованого проєктування дає змогу інженеру- конструктору проводити розрахунки та використовувати стандартні деталі які пропонуються самою системою. Це значно об'єднує процес проєктування та подальшу роботу.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>БР.ПМІ-05.00.00.000 ПЗ</i>					17







## Характеристики двигуна NEMA 23- HS2430

5. Типорозмір- NEMA 23;
6. Діаметр валу- 8 мм;
7. Робочий струм- 3 А;
8. Крок- 1.8° ;
9. Зусилля- 28 кг;
10. Підключення- роз'єм 4 пін, дві фази;
11. Маса- 1660 гр.

Головна перевага даних крокових двигунів полягає у їх точності позиціонування. Двигуни такого типу видають відносно високий момент при низьких швидкостях кручення. Застосовуються у машинах і механізмах, які працюють у режимі старт- стоп а також у багатьох механізмах де потрібна велика потужність, але не потрібна висока швидкість обертання.

Після вибору двигуна потрібно було вибрати редуктор, який би підійшов по параметрах для даної конструкції. Редуктор (рисунок 2.7) було вирішено вибрати стандартний, спроектований саме для двигунів цієї моделі, із передаточним відношенням 1:6. Особливістю даного редуктора є наявність підшипників всередині та простота у встановленні. Завдяки цьому, такі редуктора дуже часто використовуються з даними двигунами. Даний редуктор встановлюється на фланець двигуна та спеціальним гвинтом затискається до валу. Має чотири точки кріплення до двигуна, що виключає люфти при роботі.



Рисунок 2.7- Редуктор для двигуна NEMA- 23

					БР.ПМІ-05.00.00.000 ПЗ	21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахувавши необхідний двигун та редуктор, було спроектовано дві шестерні- на вал редуктора та на колону. Ведуча шестерня (рисунок 2.8) має такі параметри- 28 зубів із модулем 1.75, та друга, що буде закріплена на колоні (рисунок 2.9) буде мати 80 зубів та модуль 1.75. Ведуча шестерня є стандартною. Додаткове передатне число від шестерней становить 2.8. На даній 3-D моделі не показаний шпонковий паз, але у технічному завданні він задається.

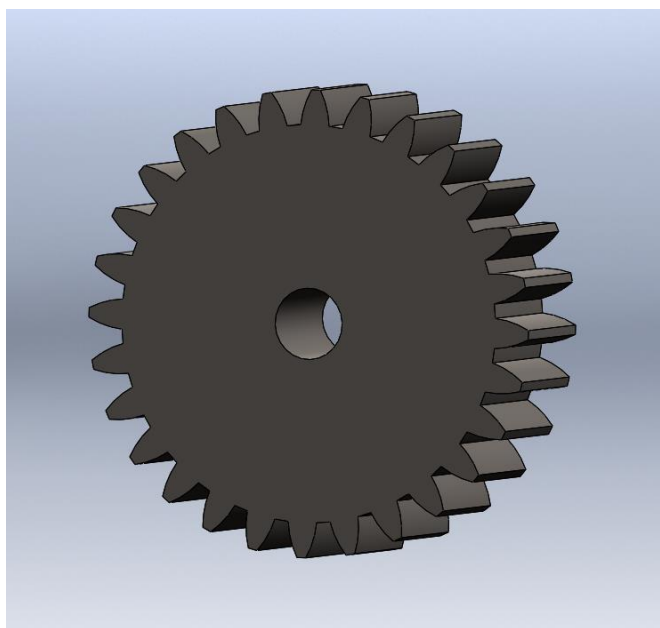


Рисунок 2.8 - Ведуча шестерня редуктора

Оскільки дані шестерні рухають вісь X, яка в свою чергу рухає усі інші механізми, дані шестерні повинні витримувати високі навантаження, особливо при старті та зупинці усього механізму. Спроектвані шестерні були у додатковій програмі до системи автоматизованого проектування Solid Works- Tool Box. Дане доповнення дає можливість без жодних проблем створити, майже у автоматичному режимі, будь- який елемент трансмісії, із параметрами які потрібно отримати у результаті. Саме цей додаток буде використовуватися в подальшому для проектування усіх елементів механізму даного робота- маніпулятора. Функціонал даного додатку на цьому не завершується, адже в ньому закладені технічні стандарти як європейського рівня, так і інших країн світу.

					БР.ПМІ-05.00.00.000 ПЗ	22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

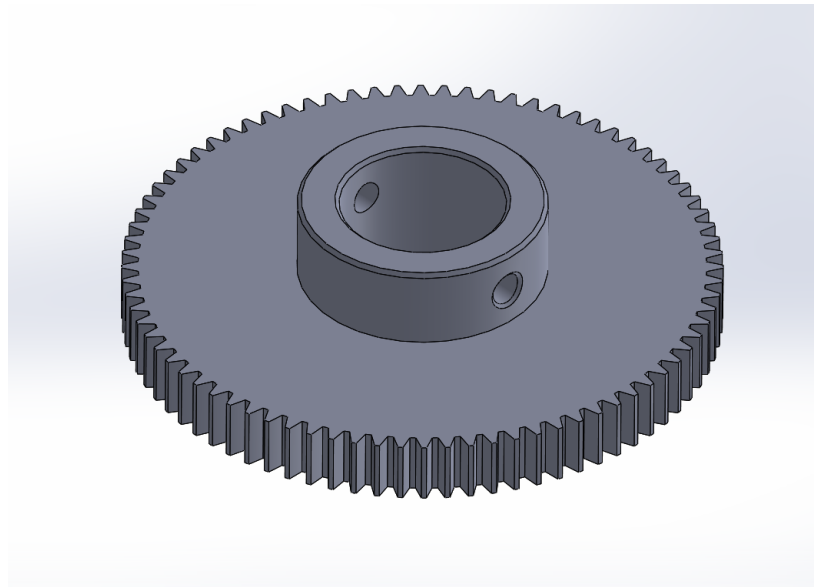


Рисунок 2.9 – Ведена шестерня

Наступни кроком стало проєктування механізму закріплення осі X у верхній точці та формування бази кріплення для наступних осей. Оскільки при виготовленні можливі незначні похибки, а усі рухомі механізми закріплені на підшипниках, для точного налаштування та позиціонування рухомої бази для наступних осей та точного виставлення кріпильного підшипника осі X, було прийнято використовувати стрижні, до яких буде закріплюватися замикаюча плита станини із виточкою під підшипник (рисунок 2.10).

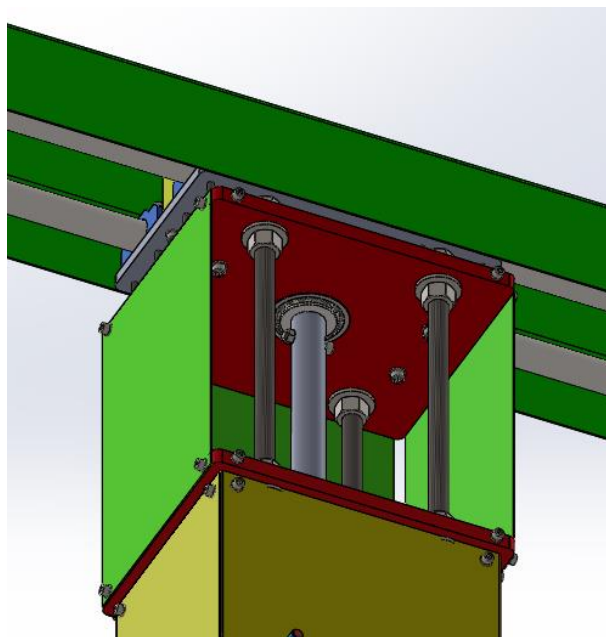


Рисунок 2.9 – Кріпильна база для осей

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМІ-05.00.00.000 ПЗ	23





На куті редуктора закріплена ведуча шестерня на 16 зубів із модулем 1,75, яку приводить у рух ведуча шестерня із модулем 1,75 на 22 зуби. Ведомо шестерня зпозиціонована на підшипнику та рухає рейку із модулем 1,75 та кутом зубу 20 градусів. Дана рейка (рисунок 2.12) була також спроектована у додатку до системи автоматизованого проєктування Solid Works- Tool Box. Рейка закріплена на колоні у попередньо зробленому пазі, яка рухається у двох лінійних підшипниках із спеціальним пазом для виступаючої рейки. Через це, її кріплення передбачається дуже щільне щоб уникнути зайвих люфтів та непередбачених перекосів. Весь механізм розташований на металевій платформі яка водночас слугує кріпленням для колон осі Y.

Для транспортування деталей використовується захватний пристрій, мета якого захватити та утримати деталь (рисунок 2.13).

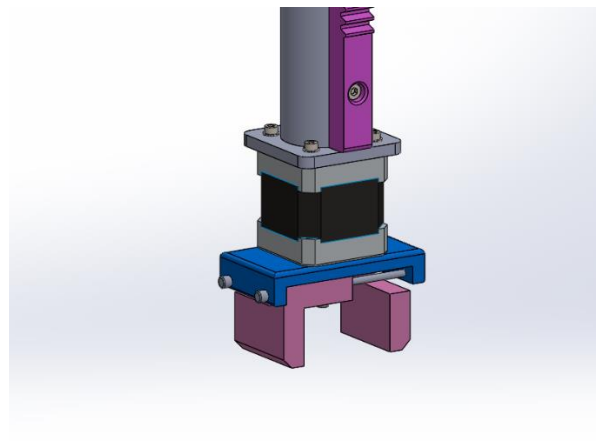


Рисунок 2.13- Універсальний захватний пристрій

Оскільки даний робот маніпулятор слугує для роботи на термопластавтоматі, захватний пристрій проєктується безпосередньо під деталь із якою він буде працювати. В даному випадку був спроектований стандартний захватний пристрій який має дві рухомих губки та платформу на якій вони розташовані. Приводить пристрій у рух двигун NEMA 17. На його вал була спроектована шестерня, що мала 16 зубів та модуль 0.9. Після шестерні були спроектовані рухомі пластини (рисунок 2.13), які рухалися на платформі (рисунок 2.14).

					<i>БР.ПМІ-05.00.00.000 ПЗ</i>	26
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



Загальний вигляд робота маніпулятора представлений на рисунку 2.16.

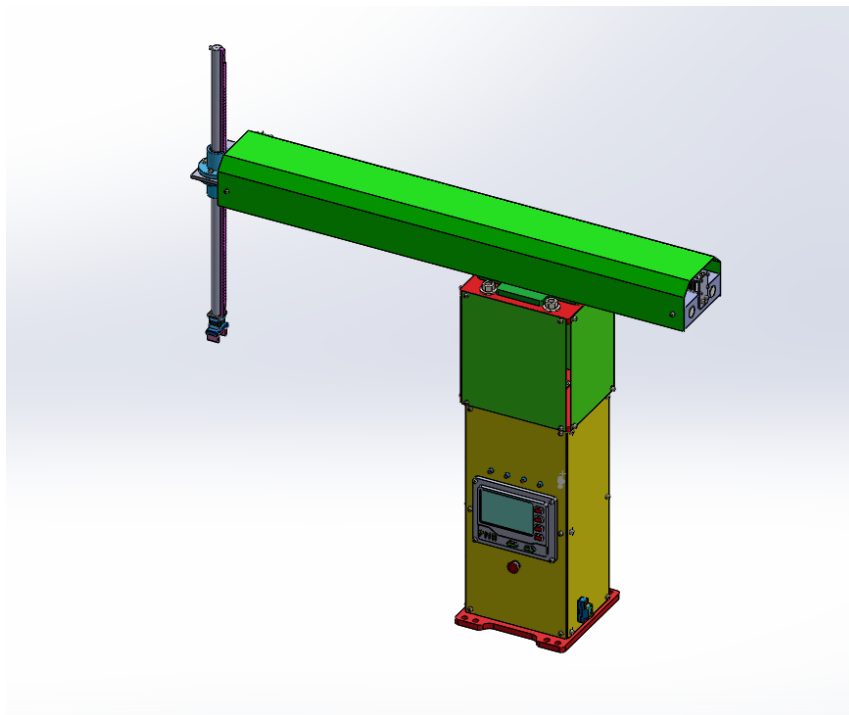


Рисунок 2.16- Робот маніпулятор для термопластавтомата

Усі механізми робота вкриті захисними щитами для проходження по нормах Охорони праці, виведений контур заземлення, на усіх рухомих частинах встановлені кінцеві вимикачі та перед оператором є велика кнопка стоп для моментальної- аварійної зупинки. Також, використання захисних щитів дає можливість заховати усі електричні провoda в середину корпусу, що виключає можливість їхнього пошкодження пфд час експлуатації.

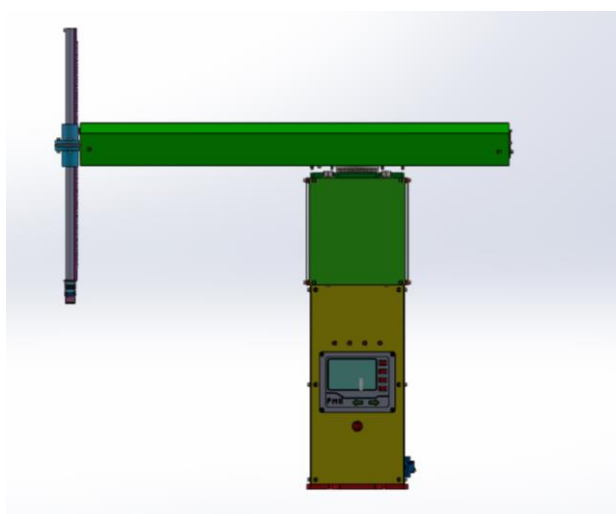


Рисунок 2.17- Робот маніпулятор для термопластавтомата

					БР.ПМІ-05.00.00.000 ПЗ	28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		











Рисунок- 3.6 Мікроконтролер Siemens, моделі logo 8

Для охолодження усіх електронних компонентів у корпусі робота маніпулятора встановлений спеціальний кулер 80x80x20 мм, на 24 V, який працює завжди коли подається живлення на систему (рисунок 3.7). Для забору холодного повітря, у захисному щиті корпусу зроблені наскрізні отвори, а сам вентилятор прилягає щільно до щита. Тепле повітря від електронних компонентів, що охолоджуються, виходить через конс трукційні щилини між захисними щитами робота.

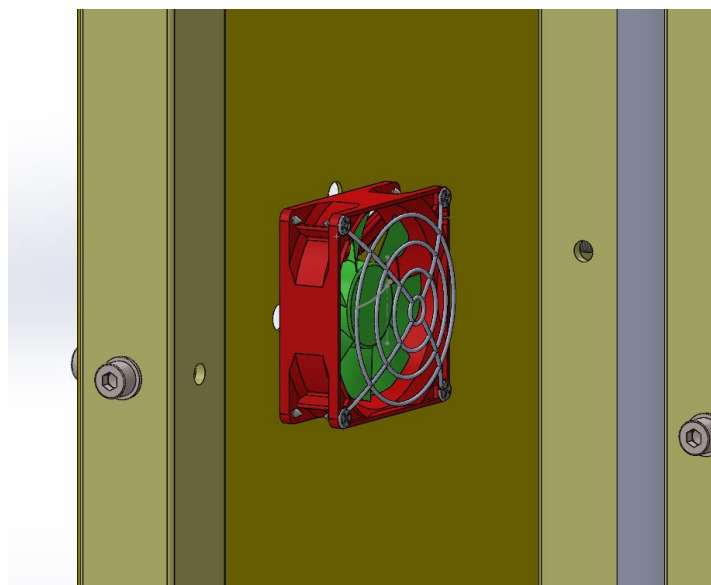


Рисунок- 3.7 Система охолодження

					<i>БР.ПМІ-05.00.00.000 ПЗ</i>	33
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

На панелі, над логічним контролером для керування розташовані чотири світлові індикатори діаметром 22 мм на 24 V, кожен із яких світиться при роботі конкретної осі робота маніпулятора (рисунок 3.8). У випадку помилки одної із осей, даний індикатор почне мерехтіти. А під пультом керування розташована кнопка аварійної зупинки.

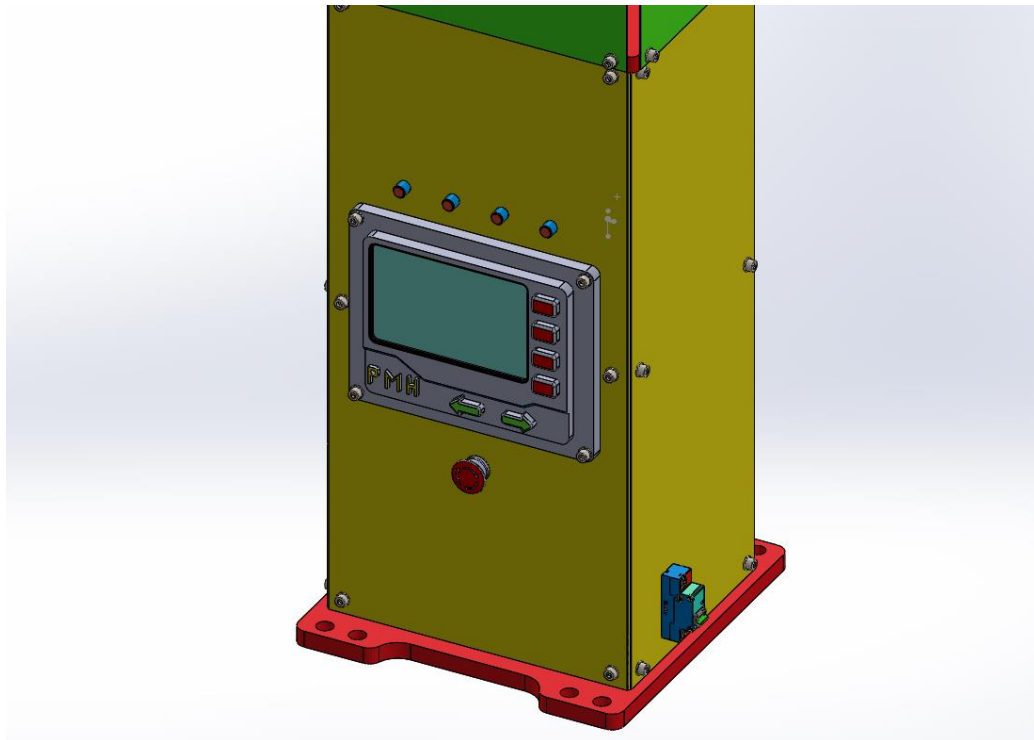


Рисунок- 3.8 Світлові індикатори та кнопка аварійної зупинки

Усі осі на контактуючих поверхнях задля безпеки використання робота маніпулятора встановлені кінцеві вимикачі Omron D4N-1131. Даний виробник є лідером серед товарів для промисловості та електротоварів. Для ввімкнення системи у роботу, з правої сторони корпусу від оператора встановлений автоматичний вимикач на 10 Ампер (рисунок 3.8). При перенавантаженні системи, він вимкне живлення, що дасть можливість зберегти усі комплектуючі від поломки. Для стабільного живлення усієї конструкції, використовується блок живлення на 24 вольти та на 8 ампер (рисунок 3.10). Дані показники оптимальні для роботи усіх електро компонентів та двигунів, оскільки максимум осей які будуть працювати синхорно є дві.

					<i>БР.ПМІ-05.00.00.000 ПЗ</i>	34
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		





Після перевірки роботоздатності усієї конструкції, було вирішено написати власний код разом із використанням професійної бібліотеки для крокових двигунів Accel Stepper. Дана бібліотека має дуже багато функціональних особливостей. У ній можна задавати плавний або швидкий старт двигуна, так само налаштувати повільну або швидку зупинку. Невідемним плюсом є те, що дану бібліотеку можна застосувати лишень для одного із кількох двигунів, які підключені у електричну схему, а можна застосувати і до усіх. Для даного робота маніпулятора, бібліотека буде застосовуватися для двох двигунів. Провівши декілька експериментів, фінальний код програми вказано на рисунку 3.12. Даний код можливо змінювати в залежності від умов роботи робота маніпулятора. Оскільки робот маніпулятор має роз'єми для підключення до комп'ютера, можливо виконувати налаштування, не відходячи від нього.

```

Final_Program_17.06
#include <AccelStepper.h> //Підключаємо бібліотеку

#define dirPin1 2 // визначаємо підключення повороту для двигуна 1 (той, що крутить колону)
#define stepPin1 3 // визначаємо обертання двигуна 1 (той, що крутить колону)

#define dirPin2 8 // визначаємо підключення повороту для двигуна 2 (опускання-піднімання)
#define stepPin2 9 // визначаємо обертання двигуна 2 (опускання-піднімання)

#define dirPin3 12 // визначаємо підключення повороту для двигуна 3 (зхватний пристрій)
#define stepPin3 13 // визначаємо обертання двигуна 3 (зхватний пристрій)
// Два двигуна (1, 3) будуть керуватись бібліотекою, а двигун 2 звичайними командами
#define stepsPerRevolution 200 // це для двигуна, який буде керуватись не бібліотекою - кроки за повний оберт.
#define motorInterfaceType 1 // це вказання того, що двигуни 1 і 3 керуються бібліотекою за допомогою драйвера
AccelStepper stepper1 = AccelStepper (motorInterfaceType, stepPin1, dirPin1);
AccelStepper stepper3 = AccelStepper (motorInterfaceType, stepPin3, dirPin3);
void setup() {
    // put your setup code here, to run once:

    stepper1.setMaxSpeed(1000); // максимальна швидкість обертання двигуна 1
    stepper1.setAcceleration(150); // розгін двигуна 1

    stepper3.setMaxSpeed(200); // максимальна швидкість обертання двигуна 3 (зхватний пристрій)
    stepper3.setAcceleration(100); // розгін двигуна 3 (зхватний пристрій)

    pinMode(stepPin2, OUTPUT); // двигун 2, який працює не за рахунок бібліотеки
    pinMode(dirPin2, OUTPUT);
}

void loop() {
    // put your main code here, to run repeatedly:

    // на початку програми має опуститись колона
    digitalWrite(dirPin2, HIGH); // Якщо напрямок не той, то вказати замість "LOW" - "HIGH"
    for (int i = 0; i < 18 * stepsPerRevolution; i++) { // тут stepsPerRevolution це повний оберт, а ми робимо 5 повних (5*)
        // These four lines result in 1 step:
        digitalWrite(stepPin2, HIGH);
        delayMicroseconds(1000); // змінюючи ці значення (обидва) можна змінювати швидкість (чим вище значення, тим швидкість менша)
        digitalWrite(stepPin2, LOW);
        delayMicroseconds(1000);}
    // чекаємо 2 секунди
    delay(2000);
    // змикаємо захват:
    stepper3.moveTo(55); // якщо не в той бік, то перед числом поставити "-".
    stepper3.runToPosition();
    // 2 секунди:
    delay(2000);
}

```



## Висновки

Відповідно до поставлених завдань та сформованої мети бакалаврської роботи, було проаналізовано ряд наявних робототехнічних комплексів та систем, електричних пристроїв та різних за конструкцією механізмів. Найперспективніші із них викладені у теоретичній частині даної роботи.

Проаналізувавши системи руху, конструкційні особливості сучасних роботів маніпуляторів був створений концепт майбутнього маніпулятора, із якого вже далі проєктувався повноцінний робот, здатний працювати із термопластавтоматами. Першим ділом було проведено проєктування усієї конструкції використовуючу систему автоматизованого проєктування Solid Works. Зробивши 3-D моделі елементів корпусу, було підібрано електричні компоненти, продумано схеми їх підключення та монтажу. Після цього була прописана в середовищі програмування WinProLadder програма керування усіма рухомими елементами конструкції. Фінальним кроком стало виготовлення усієї конструкторської документації до усіх деталей та вузлів.

Підсумуючи пророблену роботу, усі поставлені завдання було виконано, конструкцію спроектовано. Посилаючись на це- можна вважати бакалаврську роботу виконаною успішно. Робота складається із анотації, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Виконання проєкту проводилося із застосуванням навичок та компетенцій отриманих впродовж усього навчання за спеціальністю «Інженерія мехатронних систем». Весь досвід отриманий в процесі роботи над даним проєктом, неодмінно стане у нагоді при подальшому працевлаштуванні або навчанні.

					БР.ПМІ-05.00.00.000 ПЗ	39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Список використаних джерел

1. Передові технології в автоматизованому виробництві. Практикум: навч.-метод. посібник / Кирилович В.А., Моргунов Р.С., Дімітров Л.В., Мельничук П.П.; за заг. ред Кириловича В.А. – Житомир: Видавець О.О. Євенок, 2016. – 144 с.
2. Матеріалознавство та технологія матеріалів. Конспект лекцій /Уклад. Т.М. Курська, Г.О. Чернобай, С.Б. Єрьюменко. – Х.: УЦЗУ, 2008. – 136 с.
3. Технологія електродугового зварювання. Навч.-метод. посібник / Гуменюк І.В.,– Київ: Видавець- Грамога, 2015. – 512 с.
4. Прикладна механіка : підручник для студентів і курсантів вищих навчальних закладів Е. М. Гуліда, Л. Ф. Дзюба, І. М. Ольховий ; за ред. Е. М. Гуліди. — Львів : Світ, 2007. — 382 с.
5. Кіницький Я. Т. Теорія механізмів і машин [Текст]: підручник / Я. Т. Кіницький. — К. : Наукова думка, 2002. — 662 с.
6. Бучинський М.Я., Горик О.В., Чернявський А.М., Яхін С.В. Основи творення машин – Харків : Вид-во «НТМТ», 2017. — 448 с

					БР.ПМІ-05.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40





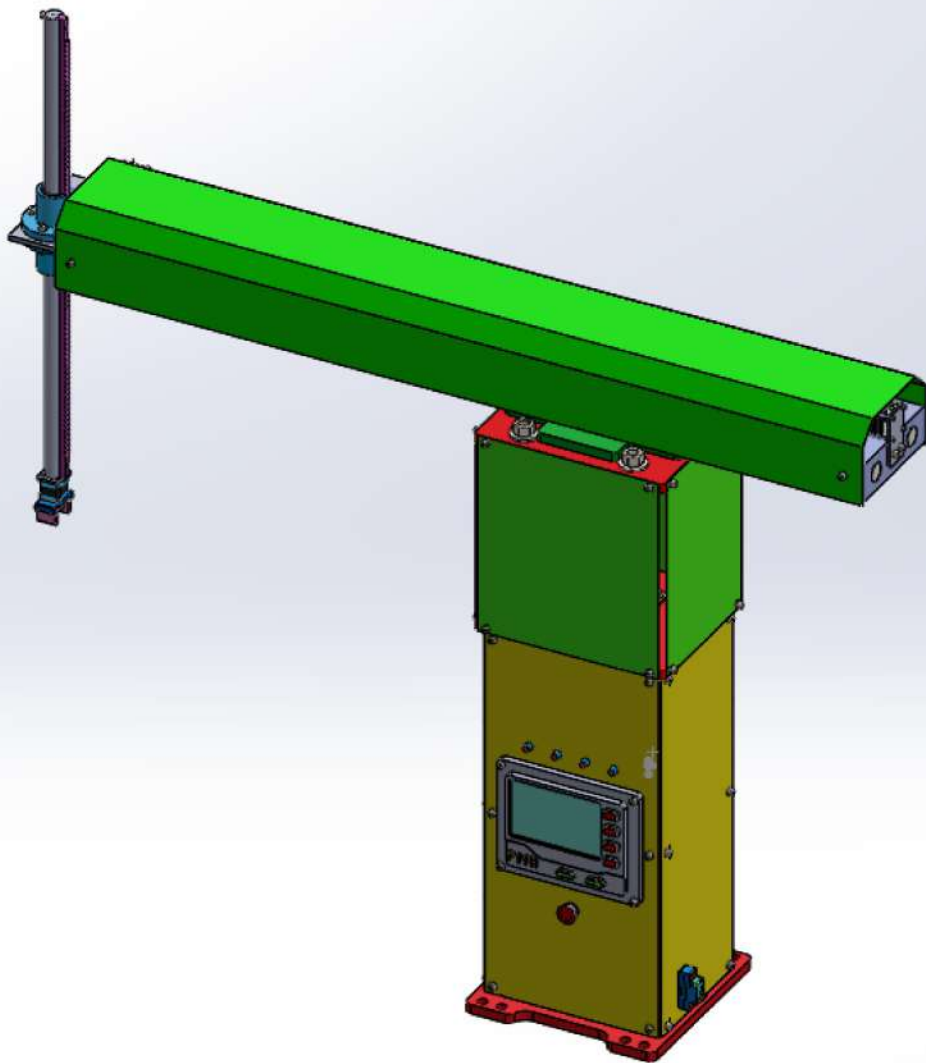


Рисунок 1- Аксонометричне зображення

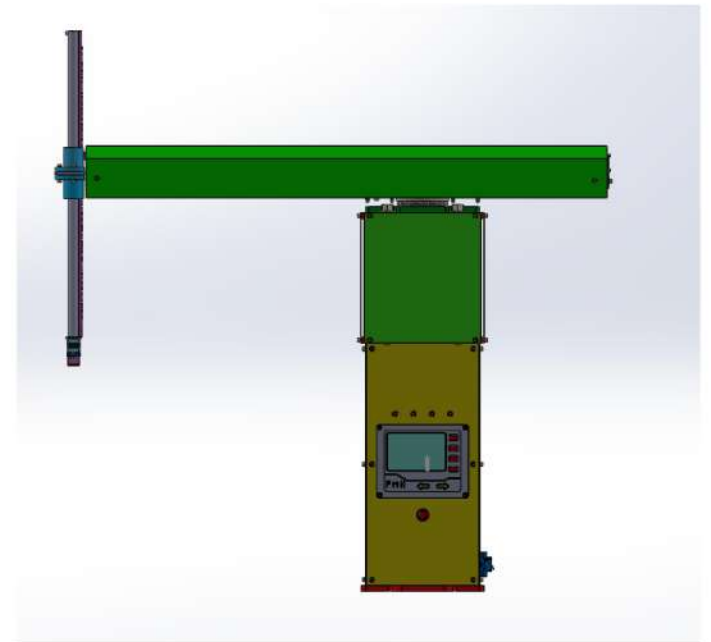


Рисунок 2- Вид з боку

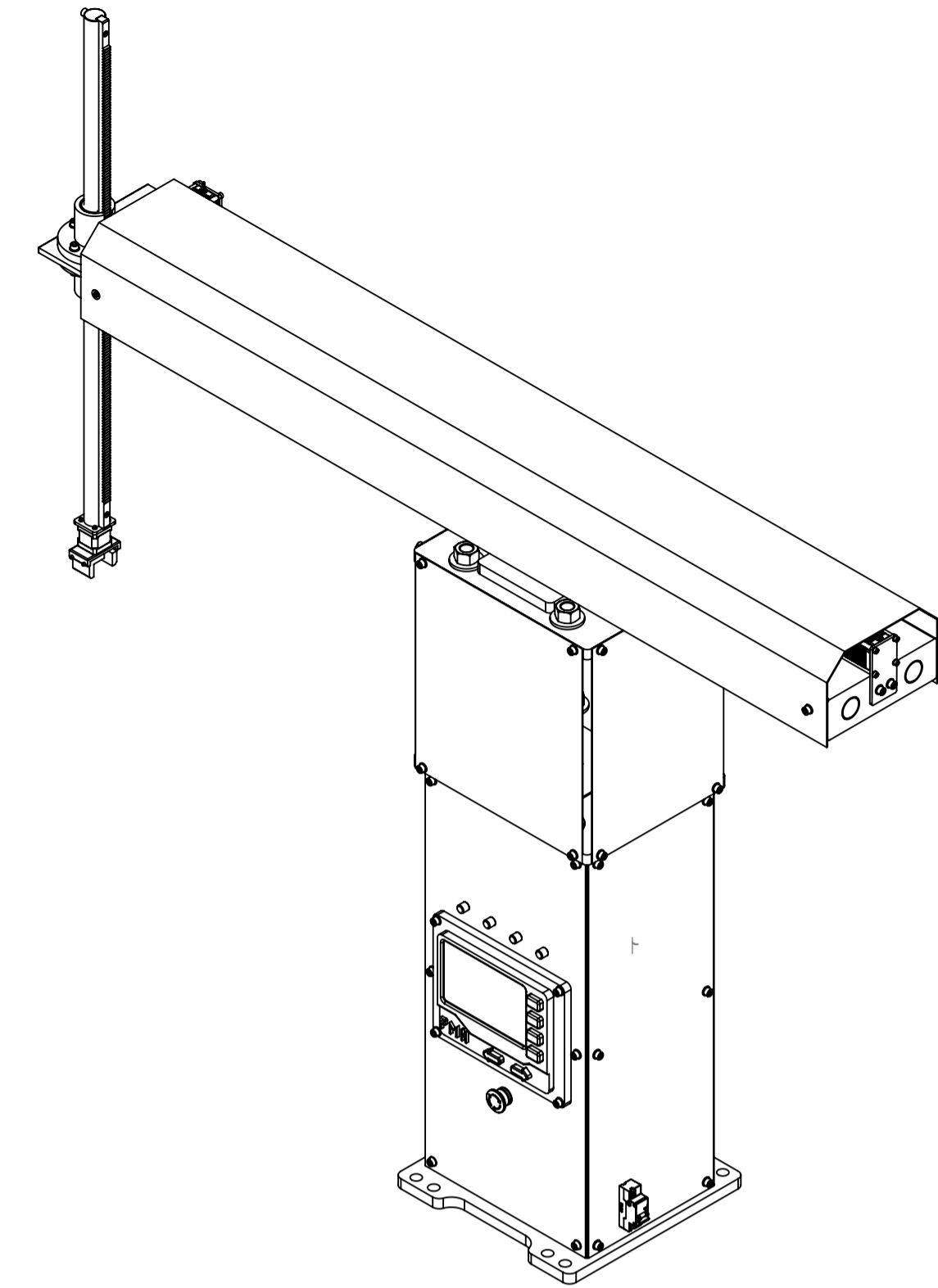
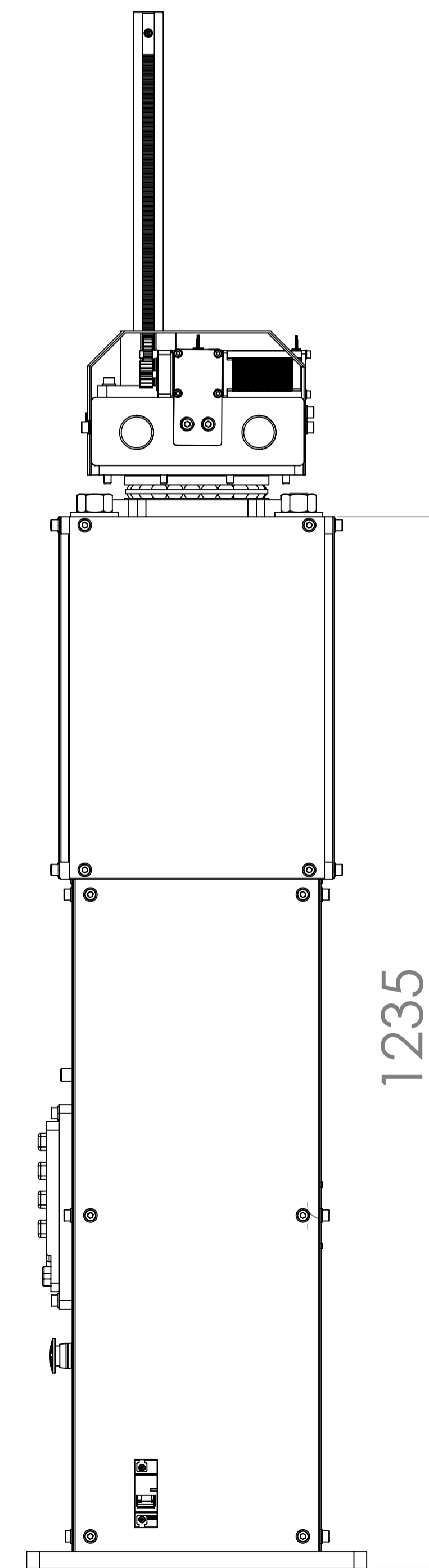
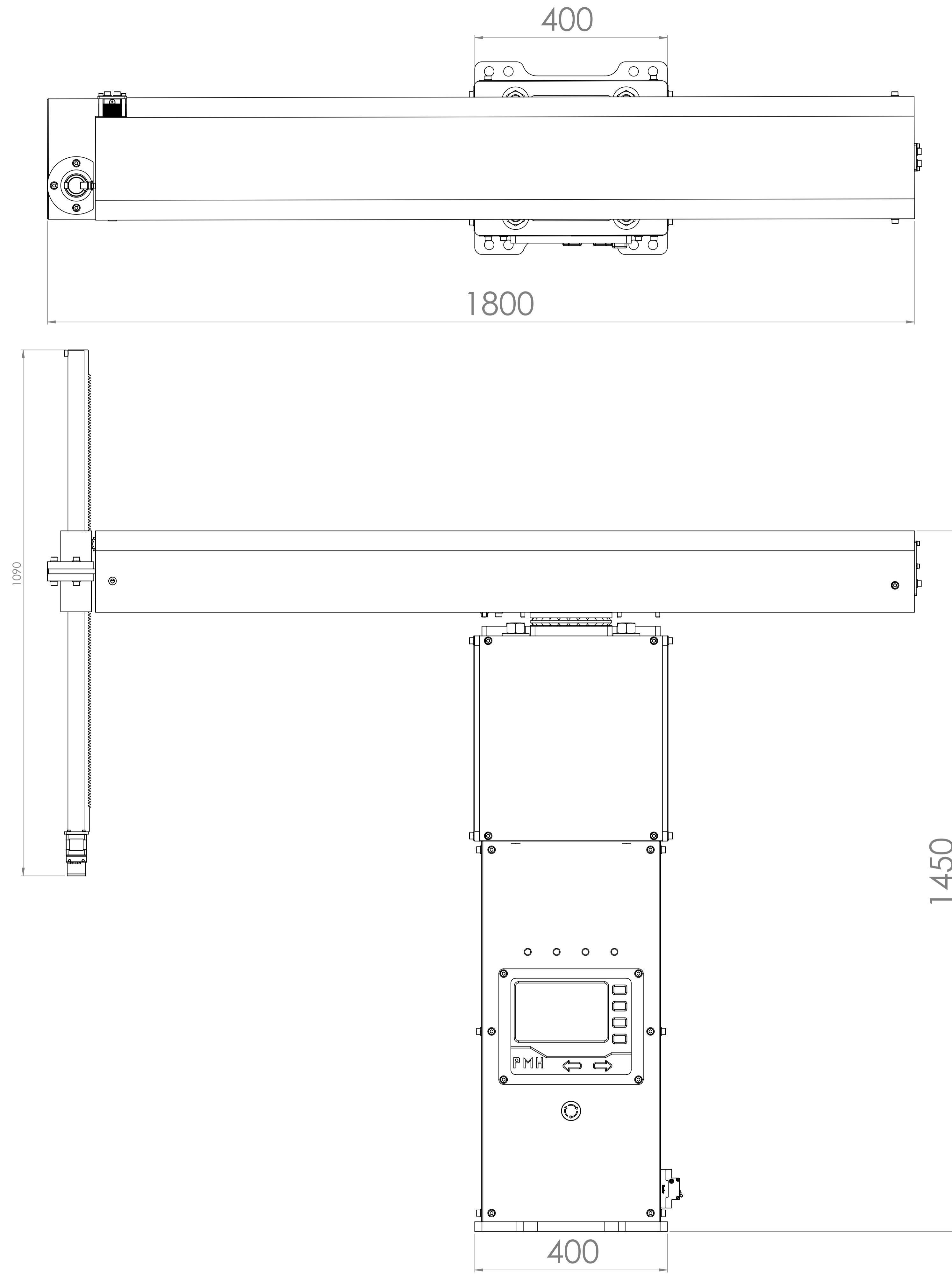


Рисунок 3- Вид з заду

Рисунок 4- Вид з низу

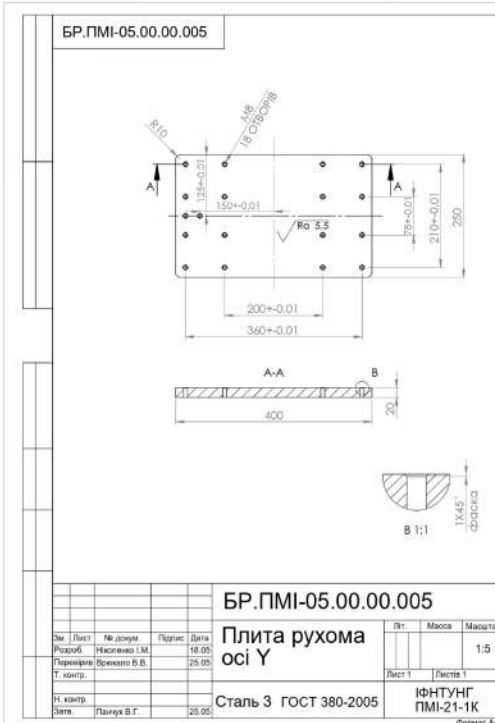
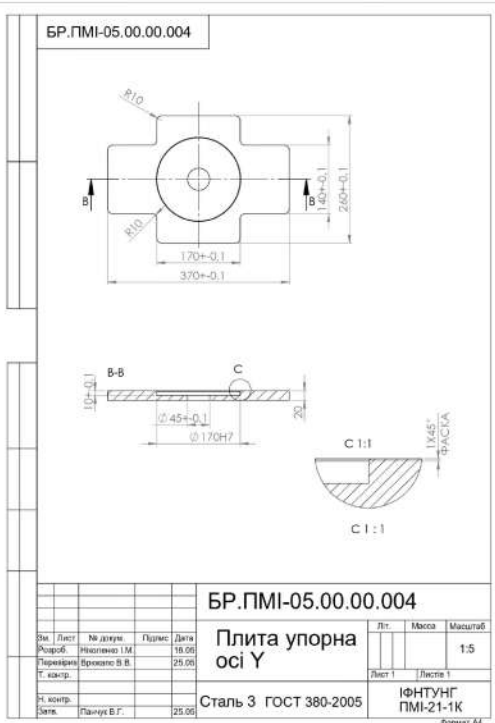
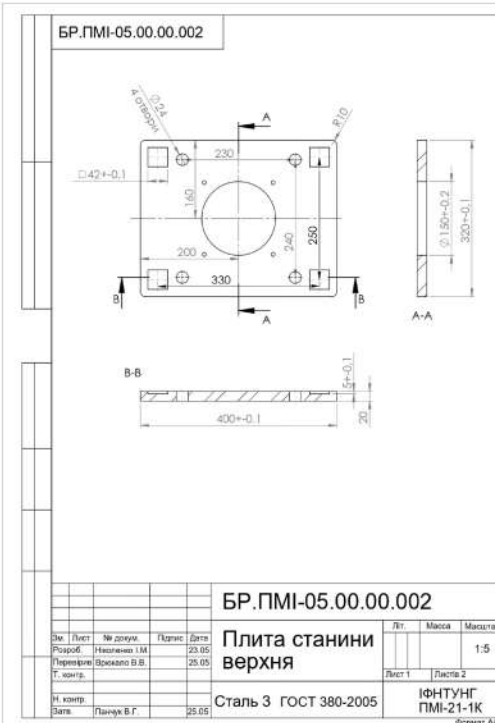
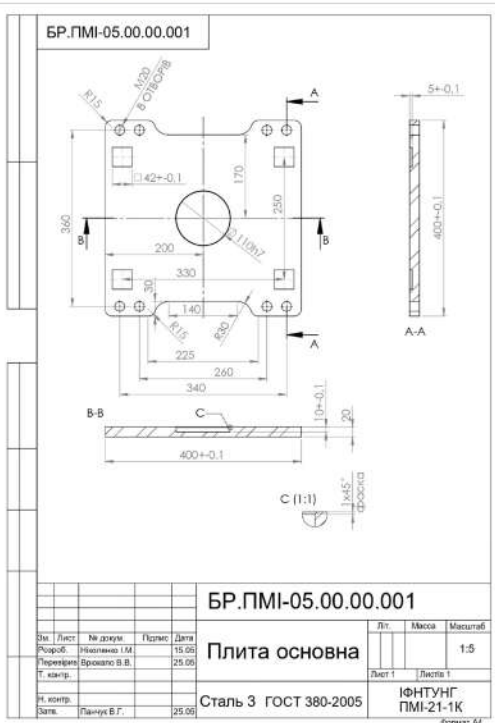
Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Лист	№ докум.	Підп.	Дата

БР.ПМІ-05.00.00.011 ЗВ				Лист	Масштаб
Ім'я	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Масштаб
Розроб.		Никольська І.М.		15.06.22	
Лист		Брижало В.В.		15.06.22	
Технік					
Начальн.		Павлюк В.Г.		15.06.22	
Чит.					
3-D модель виробу				Лист	Листів 1
				ІФНТУНГ	
				ПМІ-21-1К	
				Формат А2	



БР.ПМІ.05.00.00.012 3В				Лит.	Масса	Масштаб
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	1:10	
Разраб.		Ніколенко І.М.		16.06		
Пров.		Врюкало В.В.		16.06		
Т. контр.					Лист 1	Листов 1
Н. контр.					ФНТУНГ	
Утв.		Панчук В.Г.		16.06	ПМІ-21-1К	
1 Копировал				Формат А1		

Изм. № подл. Подл. и дата. Взам. инв. №. Инв. № дубл. Подл. и дата. Справа №. Перепр. примен.



Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

Деталювання виробу

Ім'я	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Розроб.		Николенко І.М.		10.05.22			
Лист		Вржекало В.В.		10.05.22			
Т.контр.							
Н.контр.							
Чит.		Панчук В.Г.		10.05.22			

Лист	Маса	Масштаб
1		

**ІФНТУНГ ПМІ-21-1К**

Формат А2

