

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет транспорту та механічної інженерії

(повне найменування факультету)

Кафедра прикладної механіки та мехатроніки

(повна найменування кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»**

**РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ФАСУВАННЯ
СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ**

спеціальність 131 Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ІМ-41
Коляда Юрій В'ячеславович

(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент
Сичук Віктор Анатолійович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 20__ р.
Гарант освітньої програми:
к.т.н., доцент
Божко Тетяна Євгенівна

(підпис)

Луцьк – 2024 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Транспорту та механічної інженерії

Кафедра Прикладної механіки та мехатроніки

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Галузь знань: 13 Механічна інженерія

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітня програма: Прикладна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ Р. Редько

“ _____ ” _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Коляді Юрію В'ячеславовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Розробка автоматизованої системи для фасування сипучих матеріалів

Керівник роботи: Сичук Віктор Анатолійович, к.т.н., доцент,

затверджені наказом закладу вищої освіти від «30» грудня 2023 р., № 461/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «01» червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Технічні характеристики електронних компонентів та плат, а саме Arduino UNO, плати HX711, тензодатчика, вібраційного моторчика

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити)

Вступ. 1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ. 2 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ. 3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ. 4 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ. Висновки. Список використаних джерел.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

1. Модель установки для автоматизованого фасування – 1 ф. А1; 2. 3D модель автоматизованої установки для фасування – 3 ф. А1; 3. Електрична схема моделі установки – 1 ф. А1; 4. Прошивка контролера Arduino UNO – 1 ф. А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання

1.03.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	<i>ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ</i>	<i>15.03.24</i>	
2.	<i>КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</i>	<i>11.04.24</i>	
3.	<i>ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ</i>	<i>16.04.24</i>	
4.	<i>ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ</i>	<i>20.04.24</i>	
5.	<i>Оформлення графічної частини</i>	<i>11.05.24</i>	
6.	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	<i>24.05.24</i>	
7.	<i>Представлення роботи до захисту</i>	<i>30.05.24</i>	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Коляда Ю.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Сичук В.А.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Коляда Ю.В. Розробка автоматизованої системи для фасування сипучих матеріалів. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Прикладна механіка» спеціальності 131 Прикладна механіка. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2024.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел (згідно структури кваліфікаційної роботи, затвердженої кафедрою).

Робота включає в себе наступні питання які були розглянуті: сипучі матеріали; установки для фасування сипучих матеріалів; моделювання основних деталей та вузлів автоматизованої фасувальної установки; моделювання збірки автоматизованої фасувальної установки; опис принципу роботи автоматизованої фасувальної установки; підбір комплектуючих для спрощеної моделі автоматизованої фасувальної установки; моделювання спрощеної моделі автоматизованої фасувальної установки; електрична схема роботи моделі автоматизованої фасувальної установки; монтування спрощеної моделі фасувальної установки та опис її роботи; програмування роботи моделі автоматизованої фасувальної установки; проведення експериментів функціонування спрощеної моделі автоматизованої фасувальної установки.

Ключові слова: сипучі матеріали, автоматизований фасувальник, Arduino, програмування.

ABSTRACT

Kolyada Yu.V. Development of an automated system for packing bulk materials. Manuscript.

Bachelor's qualification work of OP "Applied Mechanics" specialty 131 Applied Mechanics. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2024.

The bachelor's qualification work consists of an introduction, 4 chapters, conclusions, a list of used sources (according to the structure of the qualification work approved by the department).

The work includes the following issues that were considered: loose materials; installations for packing bulk materials; modeling of the main parts and components of the automated packaging plant; simulation of the assembly of an automated packaging plant; description of the principle of operation of the automated packaging plant; selection of components for a simplified model of an automated packaging plant; simulation of a simplified model of an automated packaging plant; electrical diagram of the model of the automated packaging plant; assembly of a simplified model of the packaging plant and description of its operation; programming of the model of the automated packaging plant; carrying out experiments on the functioning of a simplified model of an automated packaging plant.

Keywords: bulk materials, automated packer, Arduino, programming.

Зміст

Вступ.....	
1	ЗАГАЛЬНИЙ
РОЗДІЛ.....	
1.1 Сипучі матеріали.....	
1.2 Установки для фасування сипучих матеріалів.....	
1.3	Висновки щодо
розділу.....	
2 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	
2.1 Моделювання основних деталей та вузлів автоматизованої фасувальної установки.....	
...	
2.2 Моделювання збірки автоматизованої фасувальної установки.....	
2.3 Опис принципу роботи автоматизованої фасувальної установки.....	
2.4	Висновки щодо
розділу.....	
3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	
3.1 Підбір комплектуючих для спрощеної моделі автоматизованої фасувальної установки.....	
3.2 Моделювання спрощеної моделі автоматизованої фасувальної установки.....	
3.3 Електрична схема роботи моделі автоматизованої фасувальної установки	
3.4	Висновки щодо
розділу.....	
4 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ.....	
4.1 Монтування спрощеної моделі фасувальної установки та опис її роботи.....	
4.2 Програмування роботи моделі автоматизованої фасувальної установки	
4.3 Проведення експериментів функціонування спрощеної моделі автоматизованої фасувальної установки.....	

розділу.....

Висновок.....

.

Список

використаних

джерел.....

ВСТУП

Автоматизація у виробництві означає використання технологій і машин для виконання певних завдань без втручання людини. Метою автоматизації є підвищення ефективності, продуктивності та точності виробничого процесу, зменшення ручної праці та мінімізація ризику людської помилки [8].

Нещодавні збої в ланцюжку поставок і тиск на ринки праці означають, що автоматизація зараз стала більш важливою, ніж будь-коли.

За даними Міжнародної федерації робототехніки, у всьому світі працює близько 3,5 мільйонів промислових роботів. Федерація зазначила, що це означає зростання понад 30% у порівнянні з минулим роком із значним зростанням попиту після пандемії.

Автоматизація у виробництві досягається за допомогою програмованих пристроїв, систем та інструментів, таких як штучний інтелект, роботи та машини, керовані комп'ютером. Автоматизація найчастіше використовується для автоматизації повторюваних або небезпечних завдань, що звільняє людську працю для зосередження на завданнях з більш високою кваліфікацією.

Незважаючи на те, що автоматизовані системи мають очевидні переваги, перш ніж інвестувати в технологію, вам слід визначити потенціал зростання та економії, який вони запропонують.

Автоматизація, хоча й вимагає початкових інвестицій, зазвичай призначена для того, щоб полегшити ваше робоче життя.

Ось кілька ключових переваг використання автоматизації у виробництві:

Підвищена ефективність. Це основна причина впровадження автоматизації у ваш бізнес. Використання машин, роботів або автоматизованих процесів для виконання певних завдань означає, що вони виконуються швидше та точніше, ніж це можуть зробити люди. Це скорочує виробництво та час виробництва, а також дозволяє робочій силі виконувати більш складні завдання.

Підвищена якість. Автоматизація завдань зазвичай означає вищий контроль якості. Якщо запровадити автоматизацію для правильних завдань, більшість

(якщо не всі) помилки можна усунути. Це підвищує якість продукції та меншу вартість. Зрештою, це означає, що компанія може запропонувати клієнтам кращий, доступніший продукт, який виготовляється з більшою швидкістю.

Економія коштів. Впровадження автоматизації, як зазначено вище, заощаджує витрати на оплату праці, зменшує відходи та підвищує ефективність. Як правило, запровадження машин або інструментів для автоматизації має зменшити витрати та, зрештою, забезпечити більший прибуток для бізнесу.

Підвищена безпека. Введення автоматизації в певні завдання має підвищити безпеку, особливо якщо використовується для виконання небезпечних або високоризикованих завдань. Наприклад, використання мостового крана для переміщення важкого предмета мінімізує ризик травми спини, спричиненого тим, що люди переносять його через фабрику.

Покращена здатність збирати та аналізувати дані. Завдання, які виконують люди, як правило, вимагають більше ручного зіставлення інформації, що може зайняти багато часу та бути схильним до помилок. Автоматизація завдань означає, що дані легше збирати та аналізувати для майбутніх покращень.

Коли справа доходить до автоматизації виробництва, головне — зрозуміти, які варіанти найкраще підходять для вашого бізнесу — і в який момент доцільно інвестувати в засоби автоматизації та програмне забезпечення.

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Сипучі матеріали

Сипучі матеріали представляють собою важливий клас речовин, які мають властивість вільно рухатися чи текти при їх перекладанні або переміщенні. Ця категорія матеріалів має велике значення в промисловості, будівництві, сільському господарстві та інших галузях, де важлива легка транспортованість і обробність речовин.

Основні типи сипучих матеріалів

Сипучі матеріали можна класифікувати за декількома критеріями, такими як фізичні властивості та застосування. Основні типи включають:

1. **Порошки:** Це дрібнодисперсні частинки твердих речовин, які зазвичай мають частинки розміром менше 1 мм. Порошки широко використовуються у фармацевтиці для виробництва таблеток і порошоків, в харчовій промисловості для виготовлення добавок та в косметичній галузі для створення косметичних продуктів.
2. **Зерна та кристали:** Ці матеріали мають різні розміри частинок і можуть бути кристалічними чи аморфними. Застосовуються в будівельній промисловості для виготовлення цементу та інших будівельних матеріалів, а також у харчовій промисловості (цукор, сіль) та в сільському господарстві для внесення добрив.
3. **Зерно-пористі матеріали:** Ці матеріали мають велику поверхню через мікропористу структуру, що робить їх ідеальними для фільтрації та адсорбції. Прикладами є активоване вугілля, діатомітова земля та інші адсорбенти.

Застосування сипучих матеріалів

Застосування сипучих матеріалів включає:

- **Промислове виробництво:** Використовуються в процесах змішування, розділення та упаковки великої кількості продукції.
- **Харчова промисловість:** Виготовлення харчових добавок, ароматизаторів та кондитерських виробів.
- **Будівельна індустрія:** Виробництво будівельних матеріалів, включаючи цемент, вапняк і пісок.
- **Фармацевтика:** Виготовлення медичних препаратів у формі порошків і таблеток.
- **Сільське господарство:** Внесення добрив і засобів захисту рослин.

Особливості сипучих матеріалів

Сипучі матеріали мають ряд особливостей, які важливі для їх ефективного використання:

- **Транспортованість:** Легкість переміщення і зберігання, що знижує витрати на логістику.
- **Обробляємість:** Можливість простого змішування і розділення.
- **Зберігання:** Не вимагають складних умов зберігання.
- **Безпека:** Потребують врахування питань, пов'язаних з дихальною безпекою і створенням пилу.

Сипучі матеріали відіграють важливу роль у сучасній економіці та індустрії, забезпечуючи ефективне виробництво і зручність у використанні різноманітних матеріалів. Їх широке застосування в різних галузях свідчить про їх значущість і потенціал для подальшого розвитку технологій і виробництва.

Таким чином, розуміння особливостей і застосування сипучих матеріалів є ключовим аспектом для успішного функціонування в сучасній промисловості та економіці.

Розглянемо як окремий клас серед сипучих матеріалів – сипучі матеріали в будівельній галузі.

Сипучі матеріали грають ключову роль у будівельній галузі, забезпечуючи необхідність для виготовлення різних будівельних матеріалів, конструкцій та інфраструктурних проектів. Вони відіграють важливу роль у змішуванні, транспортуванні та використанні в процесах будівництва, що робить їх незамінними компонентами для багатьох видів будівельних робіт.

Основні типи сипучих матеріалів у будівельній галузі

1. **Цемент і вапно:** Це основні в'язкі сипучі матеріали, що використовуються для виготовлення бетону і розчинів. Цемент є основним складовим будівельних сумішей і використовується для створення міцних конструкцій та фундаментів. Вапно також використовується для стягування стін та створення вапнякових розчинів.

2. **Пісок:** Пісок є основним наповнювачем у бетонних сумішах та розчинах. Він забезпечує необхідну структуру і стійкість бетону, а також використовується для піскоструминних матеріалів та заповнення різних конструкцій.

3. **Щебінь і гравій:** Ці матеріали використовуються як наповнювачі для бетону та асфальту. Щебінь забезпечує міцність та стійкість конструкцій, в той час як гравій використовується як наповнювач для асфальтних покриттів.

4. **Порошки для будівництва:** Деякі порошки, такі як пластифікатори, добавки та інші спеціалізовані хімічні речовини, використовуються для покращення властивостей бетону та змішування розчинів.

Застосування сипучих матеріалів у будівельних роботах

- **Виготовлення бетону:** Сипучі матеріали, такі як цемент, пісок і щебінь, є основними складовими для виготовлення бетонних змішувань. Ці матеріали забезпечують міцність, стійкість і довговічність бетонних конструкцій.
- **Будівельні суміші та розчини:** Вони використовуються для підготовки будівельних сумішей і розчинів для штукатурки, стягування стін, покриття і інших будівельних процесів.

- **Асфальтні суміші:** Гравій і щебінь використовуються для створення асфальтних сумішей для дорожнього покриття.

Особливості сипучих матеріалів у будівництві

- **Міцність і стійкість:** Сипучі матеріали забезпечують міцність та стійкість будівельних конструкцій.
- **Довговічність:** Вони сприяють підвищенню довговічності будівельних матеріалів і конструкцій.
- **Легкість транспортування і зберігання:** Сипучі матеріали легко транспортуються і зберігаються на будівельних майданчиках.

Вплив сипучих матеріалів на якість будівництва

Використання відповідної якості сипучих матеріалів і правильна їх дозування є ключовими факторами для досягнення високої якості будівельних конструкцій і забезпечення їх довговічності. Неправильний вибір або недостатня якість матеріалів може призвести до проблем з міцністю і стійкістю конструкцій, що може вплинути на загальну якість будівництва.

Отже, сипучі матеріали є невід'ємною частиною будівельної галузі, забезпечуючи необхідність для виготовлення міцних і стійких будівельних конструкцій. Вони відіграють важливу роль у забезпеченні якості та довговічності будівельних проектів і сприяють розвитку інфраструктури та житлово-комунального будівництва.

Таким чином, розуміння властивостей та застосування сипучих матеріалів є важливим аспектом для будівельників і проектних менеджерів, що дозволяє досягти високих стандартів якості і безпеки у будівництві.

Тонери для лазерних принтерів

Тонери є важливою складовою частиною лазерних принтерів, відповідальною за формування зображення на друкованому матеріалі. Вони складаються з спеціальних частинок, які мають унікальні властивості, сприятливі

для точного та якісного друку. У цьому рефераті розглянемо основні аспекти тонерів для лазерних принтерів, їх структуру, властивості та технологічні особливості.

Структура тонера

Тонер - це фінодисперсні частинки, які складаються з полімерних матеріалів, пігментів і додаткових компонентів, таких як магнітна крейда або воски. Основні складові тонера включають:

1. **Полімерні матеріали:** Вони відповідають за основну структуру тонера та його електричні властивості.
2. **Пігменти:** Надають тонеру барву. Пігменти можуть бути чорними або кольоровими в залежності від типу принтера.
3. **Додаткові компоненти:** Включають в себе магнітну крейду для поліпшення адгезії до барабану, воски для зниження тертя та полімери для поліпшення розподілу частинок тонера.

Властивості тонера

Тонер має ряд властивостей, які забезпечують високу якість друку і ефективність принтера:

- **Електричні властивості:** Полімерні частинки тонера набирають електричного заряду в електростатичному полі, що дозволяє їм прикріплюватися до фотобарабана під час формування зображення.
- **Розмір частинок:** Дрібність частинок тонера впливає на якість друку. Менші частинки забезпечують більш деталізоване зображення.
- **Стійкість до тепла і тиску:** Тонер повинен бути стійким до високих температур і тиску, що виникають під час процесу друку.

Процес друку з використанням тонера

Процес друку у лазерних принтерах з тонером включає наступні етапи:

1. **Зарядка фотобарабана:** Фотобарабан заряджається високовольтним струмом, що створює електричне поле.
2. **Формування зображення:** Лазерне проміння реагує з фотобарабаном, де відбувається демагнітнізація, утворюючи електростатичний шаблон зображення.
3. **Нанесення тонера:** Тонерні частинки притягуються до відбитого зображення на фотобарабані.
4. **Перенесення тонера:** Зображення тонеру передається на папір або інший носій за допомогою підігріву та тиску.
5. **Фіксація:** Тонер фіксується на поверхні носія за допомогою високотемпературних валів або лазера.

Застосування тонера

Тонери для лазерних принтерів широко використовуються в офісах, дому та інших установах для друку документів, зображень і фотографій. Вони дозволяють отримувати швидкий і якісний друк, знижують витрати на обслуговування та забезпечують високу продуктивність.

Тонери для лазерних принтерів є важливою технологічною складовою для отримання високоякісних друкарських виробів. Їх склад, властивості та процеси використання роблять їх незамінними для сучасних офісів та дому. Розуміння основ тонера допомагає максимізувати ефективність та якість друку, що важливо для будь-якого користувача лазерного принтера.

Таким чином, тонери для лазерних принтерів є відмінним прикладом технологічного прогресу у сфері друкарства, що забезпечує високу якість та ефективність у процесі друку.

1.2 Установки для фасування сипучих матеріалів

Пакувальне обладнання [1] (приклад рис. 1.1) використовується під час усіх операцій пакування, від первинних упаковок до розповсюджувальних упаковок.

Це включає в себе багато процесів пакування: виготовлення, очищення, наповнення, запечатування, комбінування, маркування, обгортання, палетування.



Рисунок 1.1 – Обладнання для пакування в фармацевтичній промисловості

Деякі операції пакування неможливо виконати без пакувального обладнання. Наприклад, багато упаковок включають термозварювання для підготовки або запечатування упаковки. Термозварювачі потрібні навіть для повільних трудомістких операцій.

У багатьох галузях промисловості ефективність термозварювання має вирішальне значення для безпеки продукту, тому операцію термозварювання необхідно ретельно контролювати за допомогою документованих протоколів верифікації та валідації. Харчові, лікарські та медичні правила вимагають послідовних пломб на упаковках. Потрібне відповідне обладнання.

Автоматизація

Операції пакування можуть бути розроблені для упаковок різних розмірів і форм або для обробки лише однорідних упаковок, де обладнання або лінія пакування регулюється між виробничими циклами. Звичайно, повільні ручні операції дозволяють працівникам бути гнучкими для варіацій упаковки, але також деякі автоматизовані лінії можуть обробляти значні випадкові варіації.

Перехід від ручних операцій до напівавтоматичних операцій до повністю автоматизованих пакувальних ліній дає переваги деяким пакувальникам. Окрім очевидного контролю витрат на оплату праці, якість може бути стабільнішою, а пропускну здатність можна оптимізувати.

Зусилля з автоматизації пакувальних ліній все більше використовують програмовані логічні контролери та роботизацію.

Великі повністю автоматичні пакувальні лінії (рис. 1.2.) можуть включати кілька одиниць основного обладнання від різних виробників, а також конвеєри та допоміжне обладнання. Інтеграція таких систем може бути проблемою. Часто для координації великих проектів використовуються консультанти або сторонні інжинірингові фірми.



Рисунок 1.2 – Лінія транспортування та наповнення пляшок

Вибір пакувального обладнання включає оцінку технічних можливостей, вимог до праці, безпеки працівників, ремонтпридатності, придатності до обслуговування, надійності, здатності інтегруватися в пакувальну лінію, капітальних витрат, площі, гнучкості (зміна, матеріали, кілька продуктів тощо), вимоги до енергії, якість вихідних пакетів, кваліфікація (для продуктів

харчування, фармацевтичних препаратів тощо), пропускну спроможність, ефективність, продуктивність, ергономіка, окупність інвестицій тощо.

Пакувальні машини можуть бути:

1. Купується як стандартне, готове обладнання
2. Придбані на замовлення або на замовлення для конкретних операцій
3. Придбаний відремонтований і модернізований
4. Виготовлені або модифіковані власними інженерами та обслуговуючим персоналом

На додаток до придбання обладнання часто привабливими є варіанти лізингу.

Обладнання повинно бути сумісним з очікуваними умовами експлуатації. Наприклад, операції з низькими температурами вимагають особливих міркувань. На деяких підприємствах необхідно проводити періодичну промивку всього обладнання. Це хімічне миття під високим тиском висуває особливі вимоги до обладнання та систем керування. Конденсація в закритих частинах обладнання також може бути проблематичною.

Обладнання має контролювати продукт (рис. 1.3), який пакується. Наприклад, порошки мають бути стабільними, рідини не можуть вилитися тощо.



Рисунок 1.3 – Лінія перевірки маси пакувального матеріалу

Деякі виробники вирішують не займатися власним пакуванням, а найняти пакувальників за контрактом для виконання всіх або деяких операцій. Капітальні, трудові та інші витрати передані аутсорсингу.

Види техніки

Пакувальні машини можуть бути таких загальних типів:

- Накопичувальні та сортувальні машини
- Блістери, скін-паки та вакуумні пакувальні машини
- Обладнання для закупорювання пляшок, машини для укупування, закупорювання
 - Машини для формування, пакування, розпакування, закривання та запечатування коробок, ящиків, лотків і транспортних засобів
 - Картонажні машини
 - Машини для очищення, стерилізації, охолодження та сушіння
 - Машини для кодування, друку, маркування, штампування та друкування
 - Перетворювальні машини
 - Конвеєрні стрічки, накопичувальні та супутні машини
 - Машини для подачі, орієнтування, розміщення та відповідні машини
 - Фасувальні машини: обробка сухих, порошкоподібних, твердих, рідких, газоподібних або в'язких продуктів
 - Огляд: візуальний, звуковий, металодетекторний та ін.
 - Диспенсери, принтери та аплікатори етикеток
 - Орієнтування, розкодування машин
 - Машини для наповнення та закриття упаковок (рис. 1.4)
 - Палетування, депалетування, збірка вантажу
 - Ідентифікація продукції: маркування, маркування тощо.
 - Машини для зварювання: термозварювач, стрічка або клей
 - Захисні пломби, стрічки, що захищають від злому, тощо
 - Машини для різання, перфорації та ін
 - Обв'язувальні машини, обв'язувальні машини тощо.

- Ваги: контрольні ваги, багатоголовкові ваги
- Машини для обгортання: флоуворп, стрейч-пап, термоусадочна плівка
- Машини для формування, наповнення та запечатування пакетів, пакетів
- Інше спеціальне обладнання: прорізувачі, лазерні різачки, кріплення деталей тощо.



Рисунок 1.4 – Лінія упаковки молока в пакет

Функціонування

Упаковка необхідна для захисту продуктів, і зараз вона здійснюється переважно за допомогою пакувального обладнання. Машини відіграють дедалі важливішу роль, наприклад:

- Підвищення продуктивності праці. Пакувальна машина з розсувною машиною для запечатування блістерів набагато швидша, ніж ручна упаковка. Хорошим прикладом цього є машина для пакування цукерок. Тут за лічені хвилини можна загорнути від сотень до тисяч цукерок.
- Забезпечити якість упаковки. Механічне пакування є особливо важливим для експортованих товарів для досягнення узгодженого пакування.
- Обробляти спеціальні вимоги, такі як вакуумне пакування, надувне пакування, скін-пакування та наповнення під тиском.
- Зменшити робочу силу та покращити умови роботи для громіздких/важких виробів.
- Захищайте працівників від впливу пилу, токсичних/небезпечних продуктів на здоров'я та запобігайте забрудненню навколишнього середовища.
- Зменште витрати на пакування та заощадите витрати на зберігання сипучих продуктів, таких як бавовна, тютюн, шовк, льон тощо, просто використовуючи компресійну упаковку.
- Надійно забезпечити гігієну продукту, виключивши контакт рук з продуктами харчування та ліками.

Розглянемо приклад ряду пакувальних машин

Наповнювання мішків для сипучого мішку - зміщення, ущільнення та зважування сипучого мішка

Конструкція системи наповнення FlowMatic® 03 [2] (рис. 1.5) легко регулюється для кондиціонування мішків для сипучих матеріалів різного розміру. Натяжний циліндр і вентилятор попереднього формування допомагають підтримувати форму пакета для оптимального наповнення. Вібросіт забезпечує деаерацію продуктів низької щільності і ущільнення різних матеріалів.

Система наповнення FlowMatic® 03 має швидкість наповнення від 10 до 20 мішків на годину.

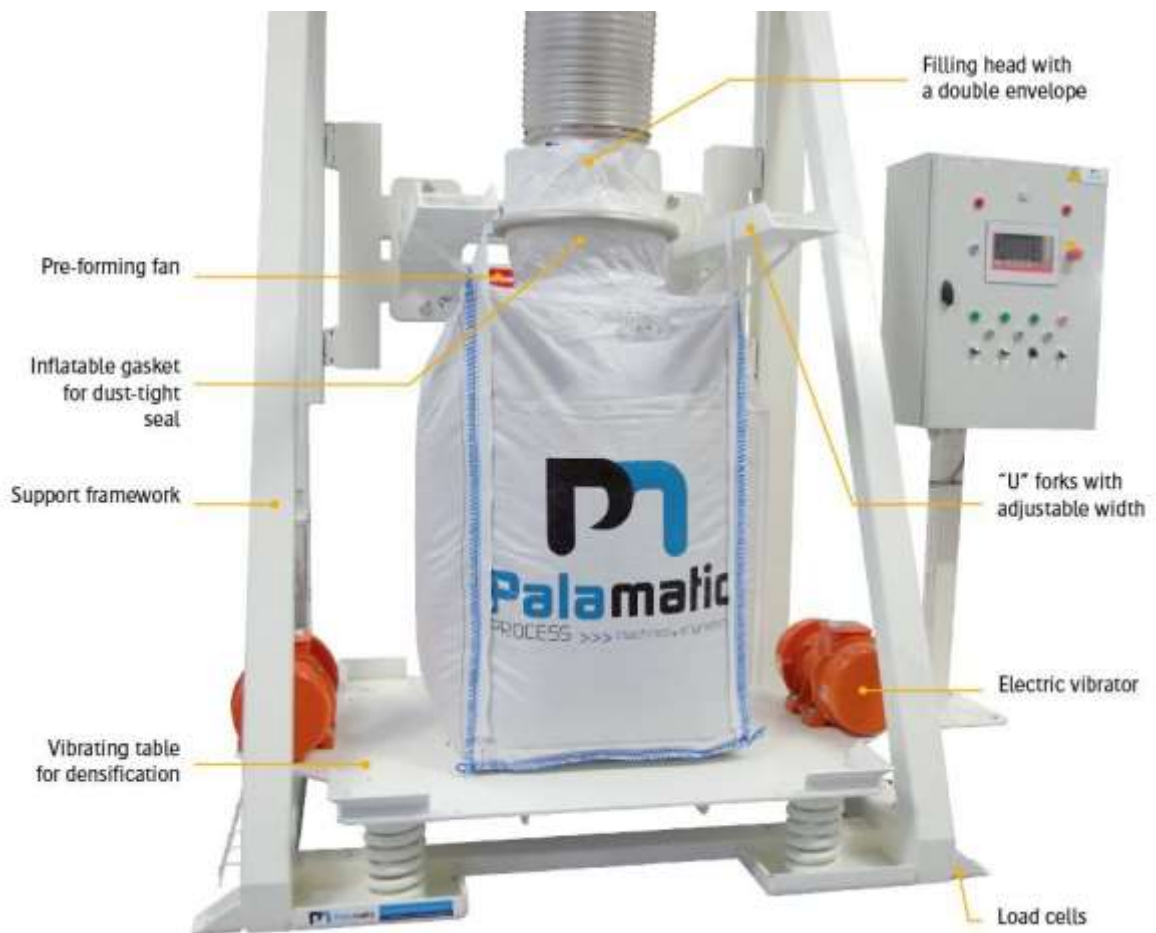


Рисунок 1.5 – Конструкція системи наповнення FlowMatic

Режим роботи:

1. Встановлення насипного мішка на пакувальну станцію
2. Носик мішка для сипучої маси кріпиться до наповнювальної головки за допомогою надувного ущільнення, яке забезпечує утримання пилу під час роботи.
3. Натяг мішка за допомогою пневмоциліндра
4. Вентилятор попереднього формування надуває та формує мішок для сипучих матеріалів (FIBC)
5. Вентилятор нагнітання вимикається, і вмикається інший вентилятор, який використовується для зворотної струминної фільтрації мішка
6. Наповнення мішків починається з високої швидкості потоку

7. Мішок для сипучих вантажів зупиняється на піддоні, а вібраційний стіл забезпечує стабільність мішка для сипучих мас під час наповнення та транспортування

8. Вібраційний стіл додатково забезпечує ущільнення матеріалу з переривчастою роботою протягом усього процесу наповнення

9. Тензодатчики дозволяють контролювати вагу за допомогою низькошвидкісного перемикача для регулювання швидкості потоку для остаточного дозування

10. Завершення процесу наповнення, вилки опускаються, а ущільнювач здувається. Насипний мішок готовий до розвантаження

11. Видалення мішка для масових вантажів можна розпочати за допомогою вилкового навантажувача, візка для піддонів або ременів для мішків для масових вантажів

Режим роботи flowmatic03

Станція наповнення мішків FlowMatic® 03 містить усі необхідні опції для ефективного наповнення та утримання пилу. Ці функції включають надувне ущільнювальне ущільнення, деку для підвішування мішків із пневматичним циліндром, вентилятор для формування мішків, систему зважування мішків (дозування), додаткове комерційне зважування та вібраційний стіл для ущільнення. Регульована конструкція дозволяє кондиціонувати мішки різної висоти та розміру. Наповнювальна головка розроблена з подвійним кожухом, щоб зменшити протитиск під час наповнення, а також утримувати викиди пилу в атмосферу. Натяжний циліндр і вентилятор дозволяють попередньо сформувати мішок для оптимального наповнення. Нарешті, вібраційний стіл також забезпечує безпечне поводження з упакованим мішком, уникаючи ризику перекидання.

Станція наповнення мішків FlowMatic®03 має швидкість наповнення від 10 до 20 мішків на годину.

Palsack®01 [3] мішкозаправна станція - зміщення, точність, очищення

Наша система наповнення мішків PalSack® 01 (рис.1.6) забезпечує точне дозування сухого матеріалу за допомогою вбудованого шнекового пристрою подачі. Пакувальна машина для пакетів PalSack® 01 може використовуватися для наповнення всіх типів пакетів, таких як: мішківина, паперові, пластикові, з відкритим ротом, з підкладкою, одношарові, двошарові, з мікроперфорацією тощо, і вагою від 10 до 100 фунти Отримана продуктивність може досягати 100 мішків на годину.



Рисунок 1.6 – Palsack®01 мішкозаправна станція

Пакувальна машина пропонує багато інтегрованих функцій, таких як: зшивання мішка, видалення внутрішнього вкладиша, автоматичне зварювання для водонепроникного закриття, моторизований роликівий конвеєр, вакуумний підйомник мішка тощо.

Переваги обладнання:

Наповнювальна головка з подвійною оболонкою з надувним ущільнювачем або затискними губками для надійного з'єднання та утримання пилу.

Функція втрати ваги (LIW) або збільшення ваги (GIW).

Система дозування, адаптована до ваших вимог виробництва та процесу (точність, чистота, швидкість потоку тощо). Наш наповнювач мішків PalSack® 01 забезпечує дозування сипучих матеріалів за допомогою горизонтального шнека. Наповнювальна машина PalSack®01 може заповнювати всі типи мішків від 5 до

50 кг, незалежно від їх типу: гессенський, паперовий, пластиковий, з відкритим ротом, вкладишем, одношаровий, двошаровий, мікроперфорований. Продуктивність може досягати до 100 мішків на годину.

Пакувальна станція palbox®02 [4] забезпечує наповнення мішків або ящиків через точний вібраційний подавач

Розроблений для роботи з крихкими продуктами, у формі листів або гранул, дозування матеріалу здійснюється за допомогою вібрації, щоб захистити делікатні матеріали та крихкі продукти.

Точність кількості по вазі забезпечується зміною амплітуд вібрації та швидкозакриваючим клапаном. Точність дозування +/- 5 грам.

Наша пакувальна машина PalBox®02 (рис. 1.7) може бути налаштована шляхом модуляції можливого базового обладнання: вибір 1 + вибір 2.

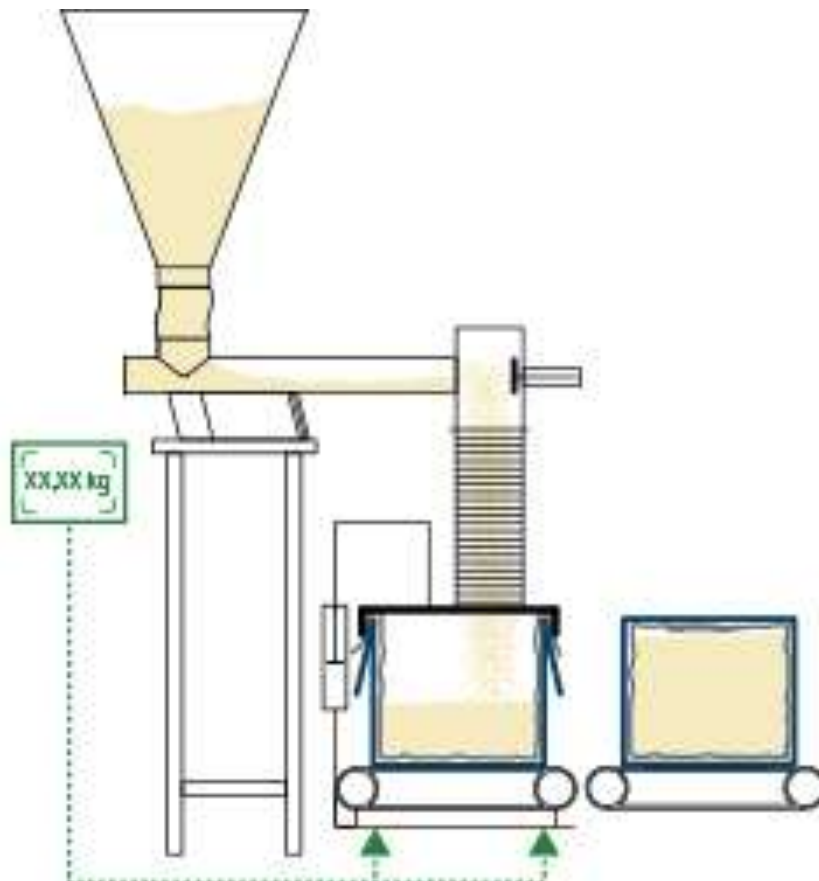


Рисунок 1.7 – Palsack®02-C-Gross пакувальна машина

Гігієнічний дизайн

Весь наповнювач коробки виготовлений з нержавіючої сталі та призначений для обмеження зон утримання. Технологія вібраційного живильника також пропонує оптимальне рішення для фаз очищення. Віброкоридор надзвичайно легко і швидко миється.

Додатки

Інтеграція наповнювача PalBox®02 ідеально підходить для харчової промисловості (спеції, чай, капсули, солодощі, кондитерські вироби тощо) або хімічних застосувань для чутливих до тертя порошоків (вибухові порошки, пресовані порошки тощо).

Швидкість упаковки / коробки

Залежно від ваших виробничих цілей пакувальна станція PalBox®02 доступна в кількох конфігураціях для досягнення високої швидкості наповнення (до 200 ящиків/год) залежно від розміру мішків і типу продуктів.

Однією з конфігурацій, яка дає змогу досягти високої швидкості потоку, є встановлення проміжного вагового бункера для підготовки правильної кількості для упаковки в прихований час. Однак ця конфігурація зважування нетто вимагає подальшого контролю ваги упакованих коробок.

Крім того, вищу пропускну здатність пакування можна збільшити шляхом встановлення стрічкових конвеєрів або моторизованих роликів конвеєрів, щоб допомогти керувати обробкою та транспортуванням коробок.

Ергономіка пакувальних станцій вивчається нашим проектним бюро, щоб запропонувати операторам пакування ефективні та зручні станції.

1.3 Висновки щодо розділу

В даному розділі здійснено огляд поняття «сипучі матеріали», ознайомлено з їх основними характеристиками, властивостями та призначенням. Здійснено опановування інформації що таке тонер для принтера. В даному розділі також здійснено огляд пакувальних машин різного призначення та конструкцій.

Отримана інформація наштовхнула на розробку пакувальної машини, яка призначена для здійснення автоматичної насипки в ємність та автотипного зважування сипучого матеріалу – як приклад це може бути тонер для принтера.

2 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Моделювання основних деталей та вузлів автоматизованої фасувальної установки

Першочергове призначення автоматизованої фасувальної установки – зважування та насипка тонера лазерного принтера в пластикову тару. Взагалі то можна фасувати і не тонер, а подібні йому за структурою, властивостями, насипними характеристиками сипучі матеріали для прикладу борошно, дитячі присипки, різного роду порошки і т.д.

Отже конструкція установки зумовлена тим, що в бункер поміщається транспортувальний пакет 20 кг тонера, а далі установка в автоматизованому режимі дозує та насипає даний сипучий матеріал в набагато меншу тару – 50, 70, 100 грам. Для моделювання компоновки бункера варто застосувати САПР програмне забезпечення SolidWorks, оскільки там наглядно та з великою мірою уявлення про проект можна виконати дану роботу.

Моделювання основного бункера.

Отже в режимі ескизу простими прямими лініями будуємо чотирикутник розмірністю 400мм на 400 мм (рис. 2.1).

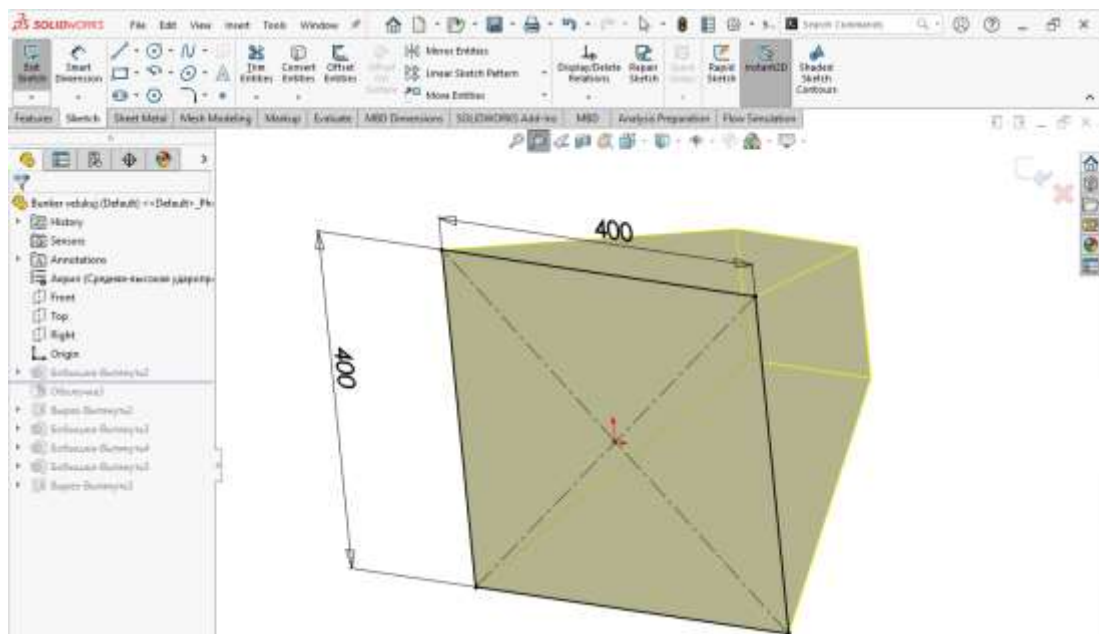


Рисунок 2.1 – Моделювання чотирикутника в режимі ескизу

Далі отриманий ескіз за допомогою функції ВИТЯГНУТА БОБИШКА “витягуємо” на висоту 400 мм, але процес витягування повинен бути не прямим а під кутом 17 градусів. Отже в результаті проведених робіт отримуємо зрізану піраміду (рис. 2.2)

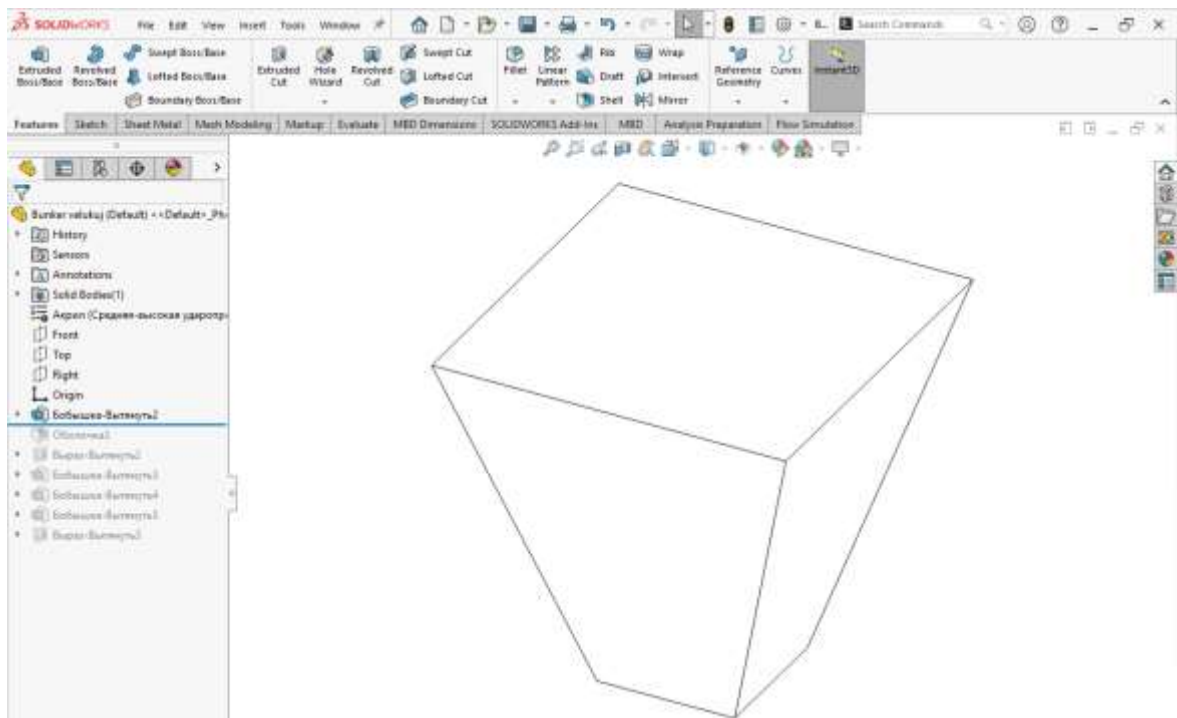


Рисунок 2.2 – Моделювання зрізаної піраміди

Далі, оскільки бункер це деталь пустотіла необхідно за допомогою функції ОБОЛОНКА забрати з піраміди матеріал так щоб всередині утворилася оболонка з товщиною стінки 10мм і також сама основа видалилася (рис. 2.3).

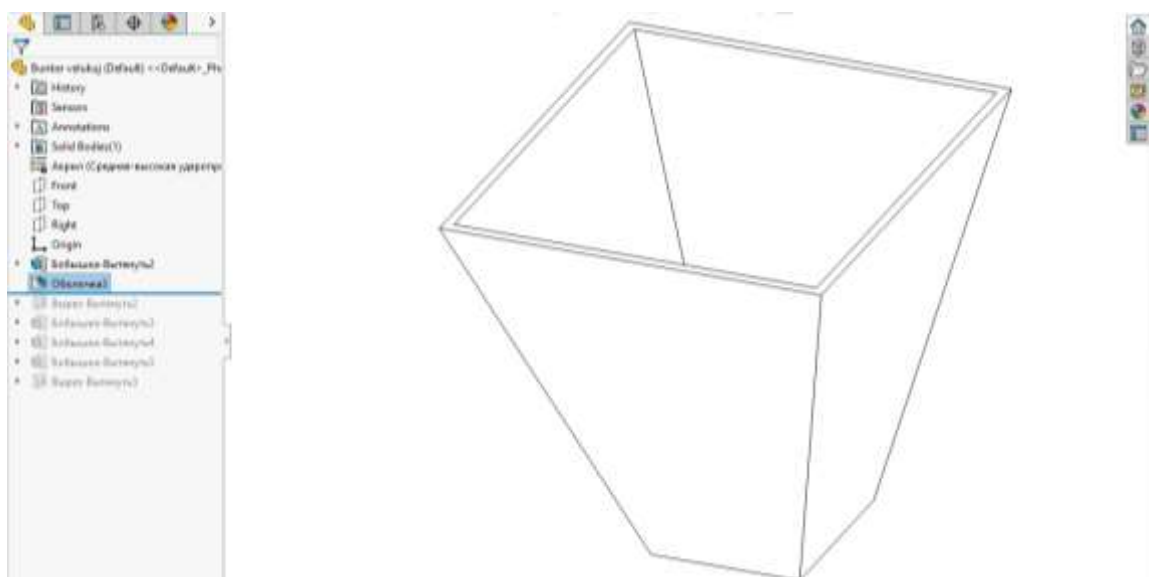


Рисунок 2.3 – Моделювання пустотілості бункера

Далі видаляємо зрізану вершину піраміди так як показано на рис. 2.4. В результаті отримуємо зрізану піраміду без дна та вершини.

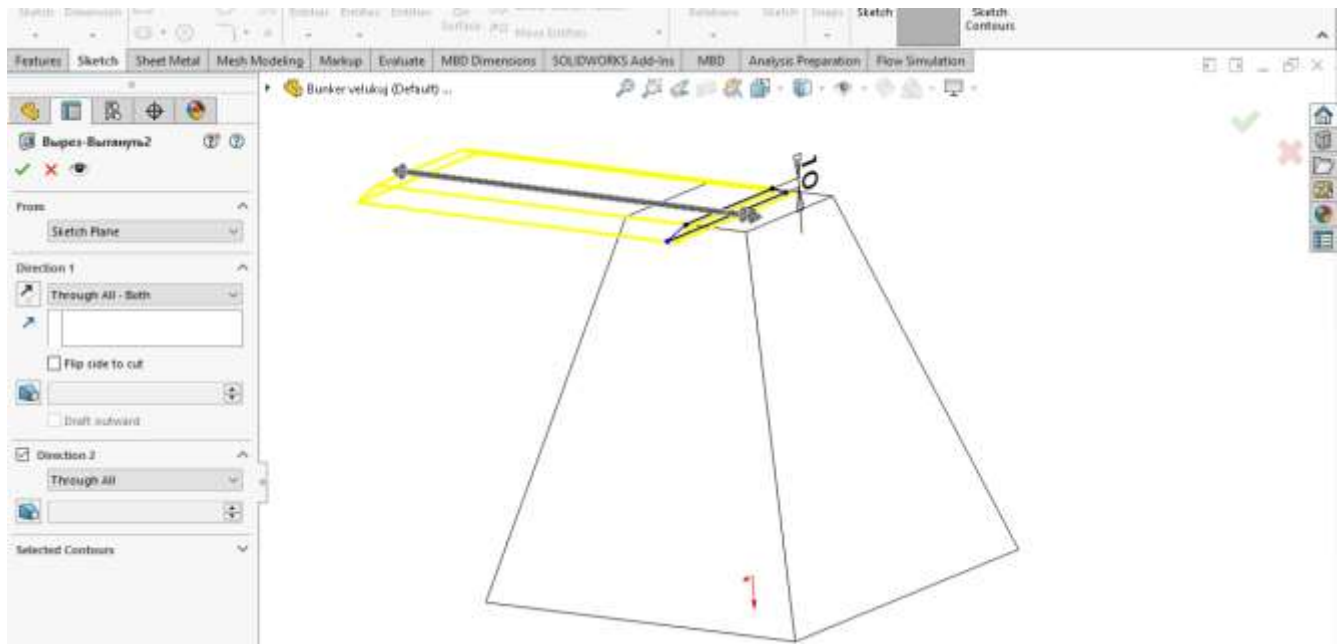


Рисунок 2.4 – Моделювання зрізання вершини піраміди

Конструкція піраміди при вершині повинна мати таку форму при якій тонер, який засиплеться в основний об'єм бункера не висипався весь відразу, тому необхідно побудувати певної форми щілину, через яку сипучий матеріал буде проходити поступово. Побудуємо його в три послідовних етапи. Отже змоделюємо витягуванням прямокутну стінку так як показано на рис. 2.5.

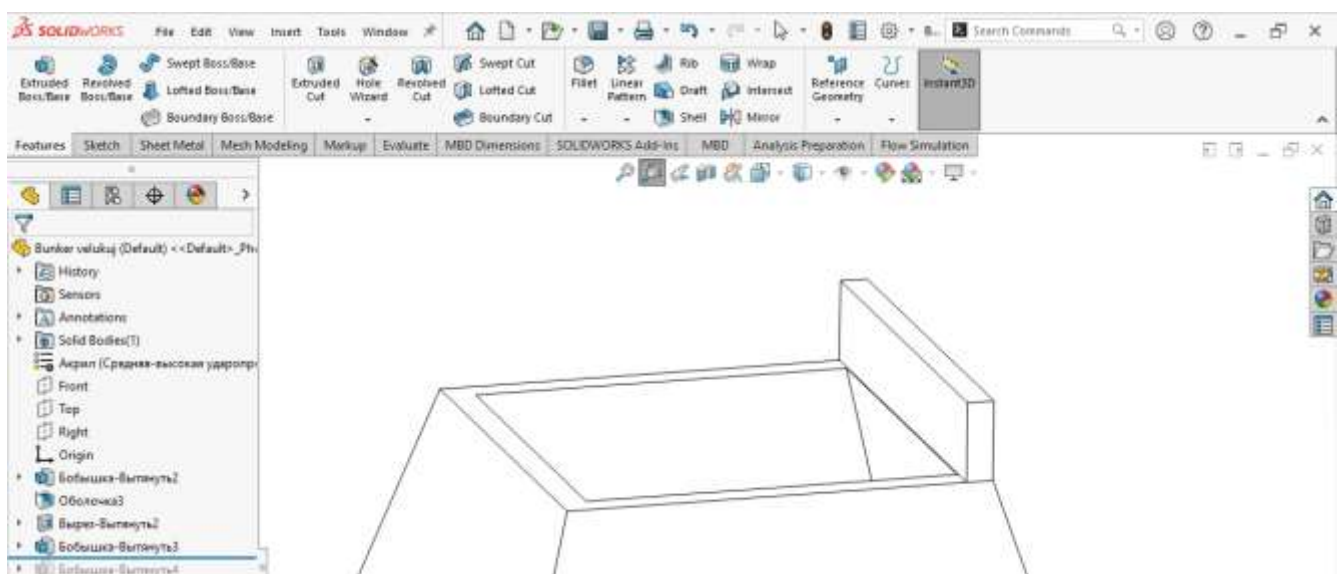
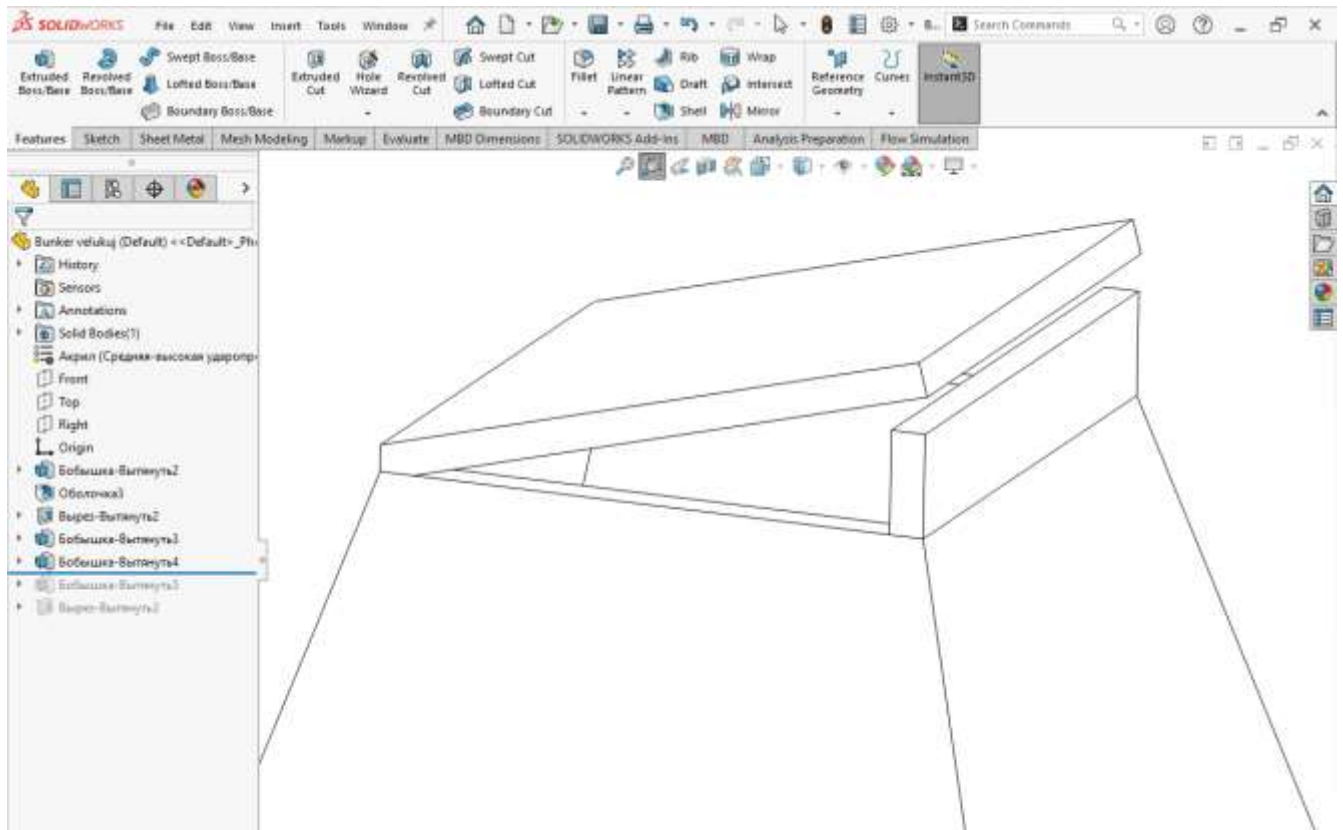


Рисунок 2.5 – Моделювання прямокутної стінки

Далі аналогічним способом побудуємо похилу стінку так як показано на рисунку 2.6.



Далі знову ж таки тим самим методом змоделюємо вертикальні дві стінки так, щоб утворити щілину проходу тонера з бункера (рис. 2.7).

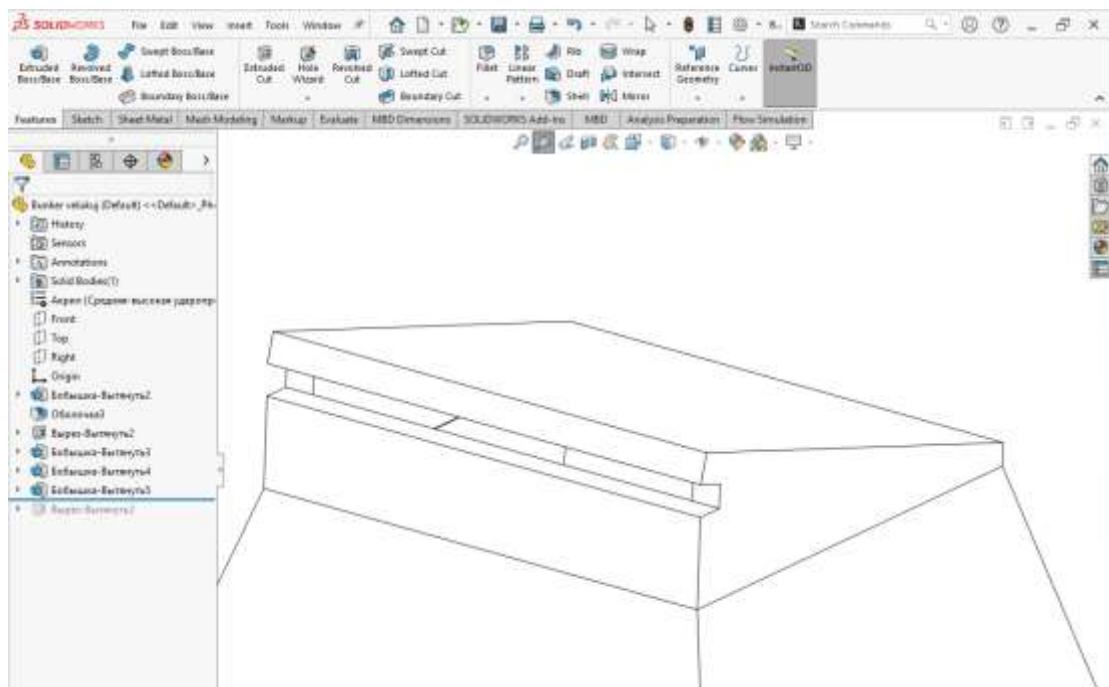


Рисунок 2.7 – Моделювання щілини висипки тонера з бункера

Також необхідним елементом конструкції бункера є наскрізний отвір (рис. 2.8.) що допоможе нам закріпити на осі вібраційний лоток який буде подавати тонер рівномірно та з необхідною подачею.

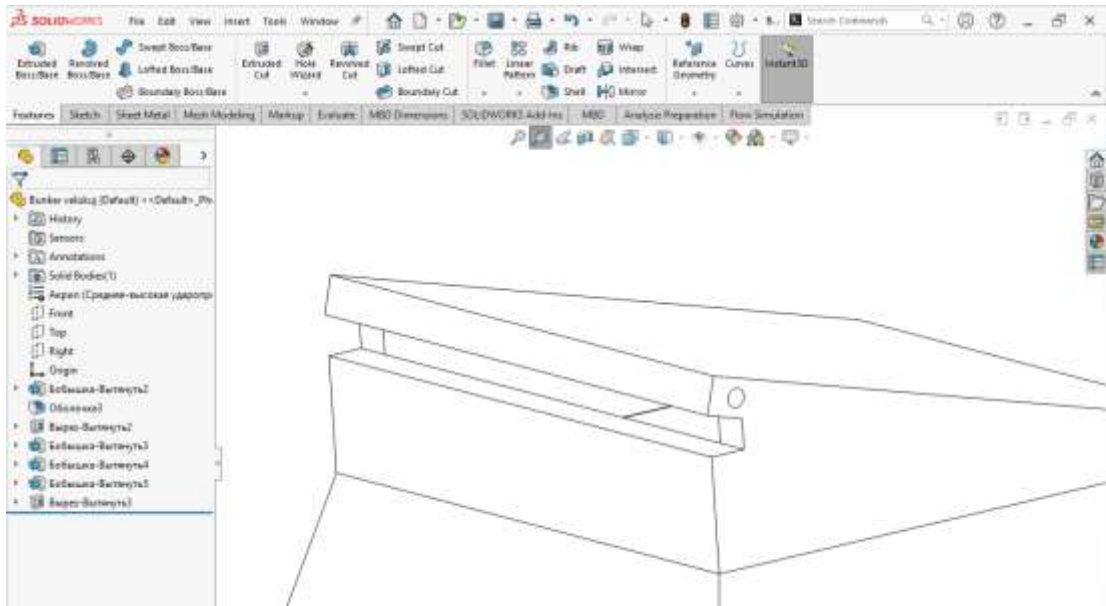


Рисунок 2.8 – Моделювання отвору кріплення лотка

В результаті проведених маніпуляцій отримуємо готову модель (рис. 2.9) основного бункера.

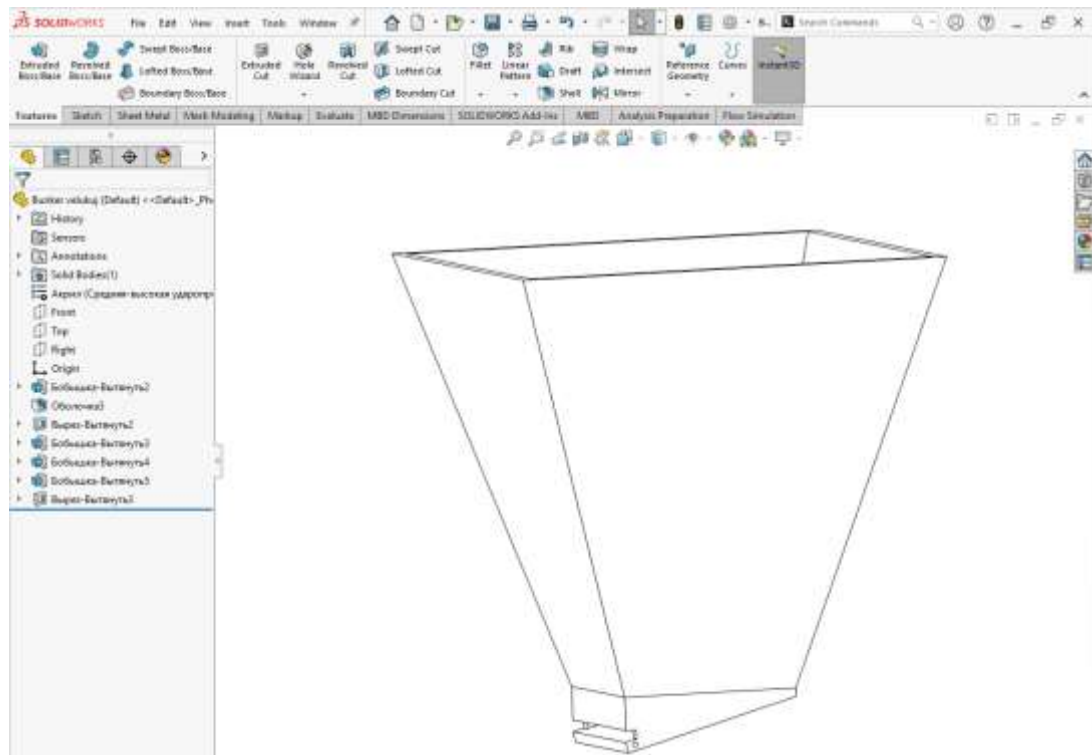


Рисунок 2.9 – Завершена конструкція моделі основного бункера

Моделювання рами установки.

Рама установки буде складатися з зварних між собою труб, але а даному випадку проведемо моделювання з уявою про те що дана конструкційна деталь є суцільною та монолітною. Таке можемо собі дозволити оскільки йде моделювання компоновки установки з перевіркою принципу її роботи.

Отже методом витягування будемо, попередньо накреслені в режимі ескізу двох прямокутників, верхню рамку (рис. 2.10) з труб.

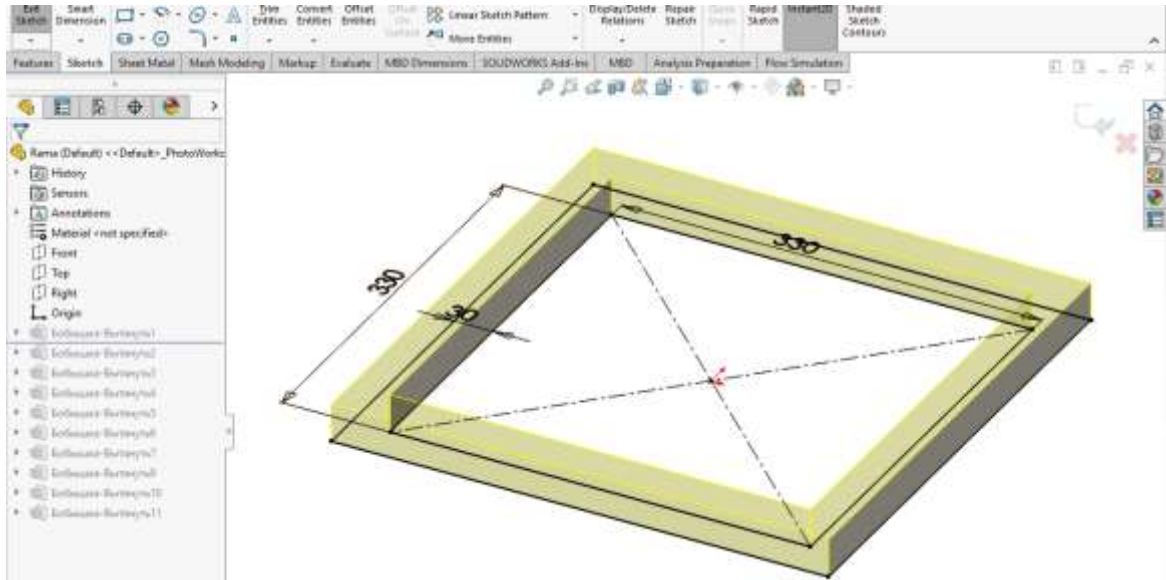


Рисунок 2.10 – Модель верхньої рамки основного тіла установки

Далі аналогічним способом будемо 4 опори рами (рис. 2.11).

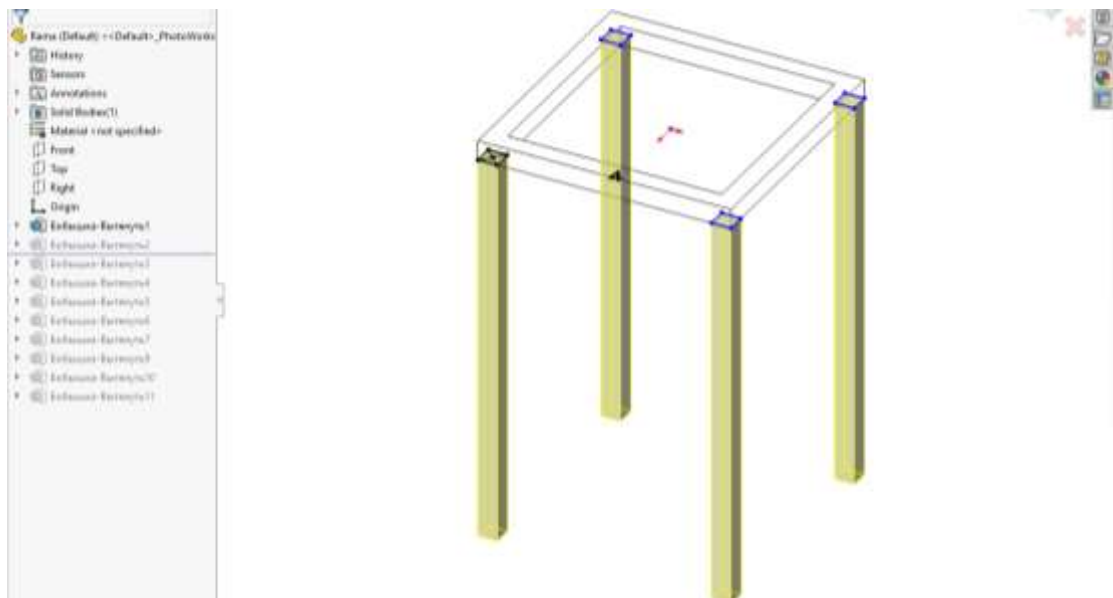


Рисунок 2.11 – Моделювання 4 опор рами

В місці як показано на (рис. 2.12) будуюмо аналогічним способом, що й минуле моделювання дві перемички роль яких буде розкрита далі.

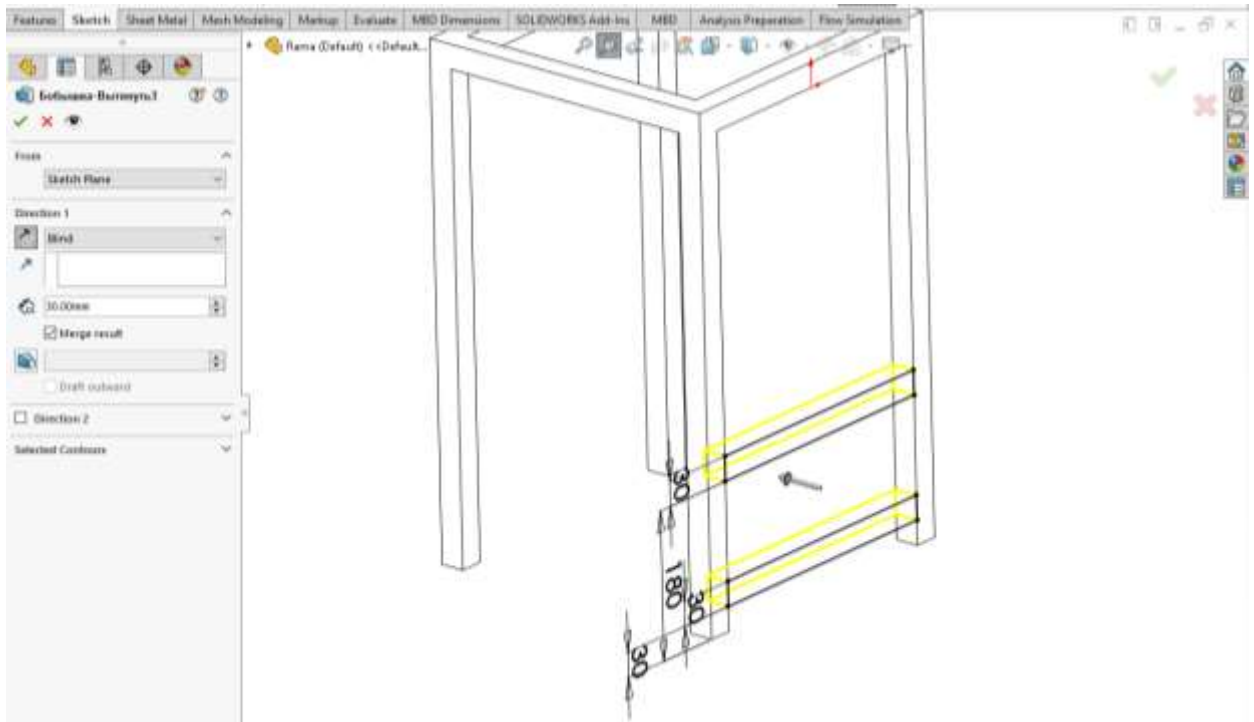


Рисунок 2.12 – Моделювання 2 перемичок

Далі наскрізь даних двох перемичок будуюмо центральну колону (рис. 2.13) яка слугуватиме кріпленням платформи на якій розміщуватиметься тара для тонера.

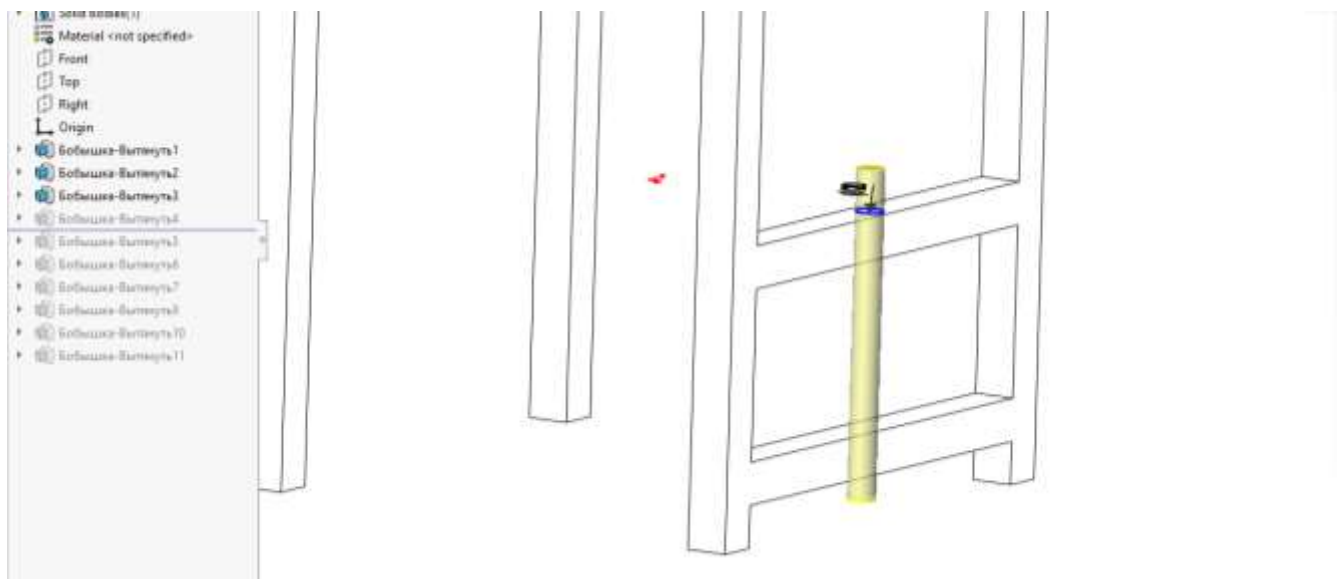


Рисунок 2.13 – Моделювання колони для кріплення платформи для тари

Знову ж таки методом витягування будемо диски (рис. 2.14), які є прокладкою між опорами та підлогою де буде розміщуватися установка.

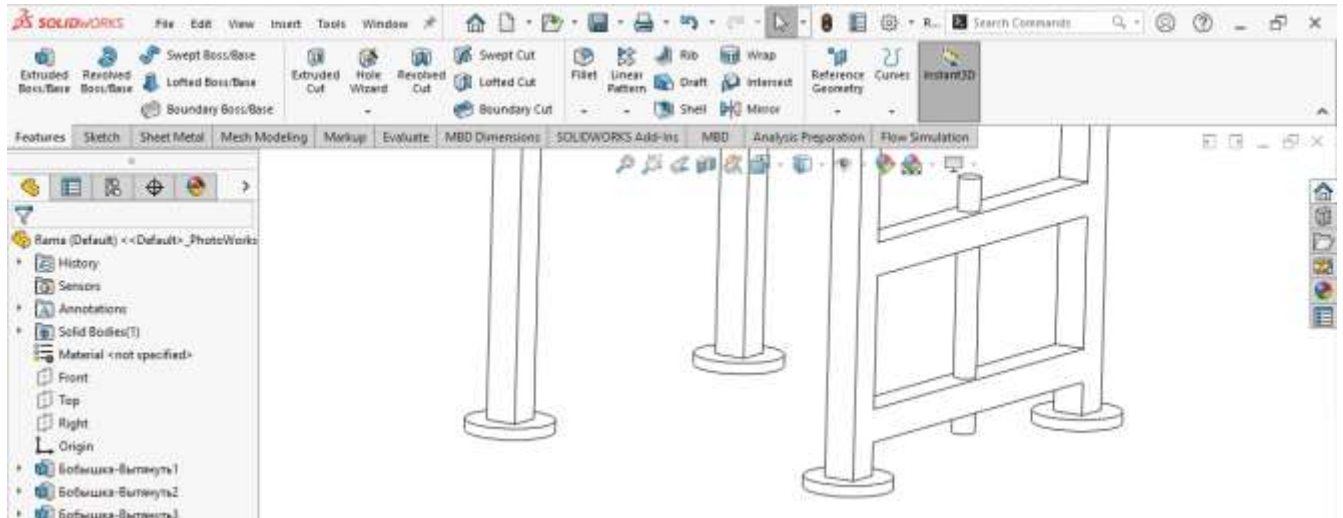


Рисунок 2.14 – Моделювання дисків для опор

На установці будемо прямокутну коробку (рис.2.15), яка слугуватиме місцем розташування електроніки, яка буде керувати установкою.

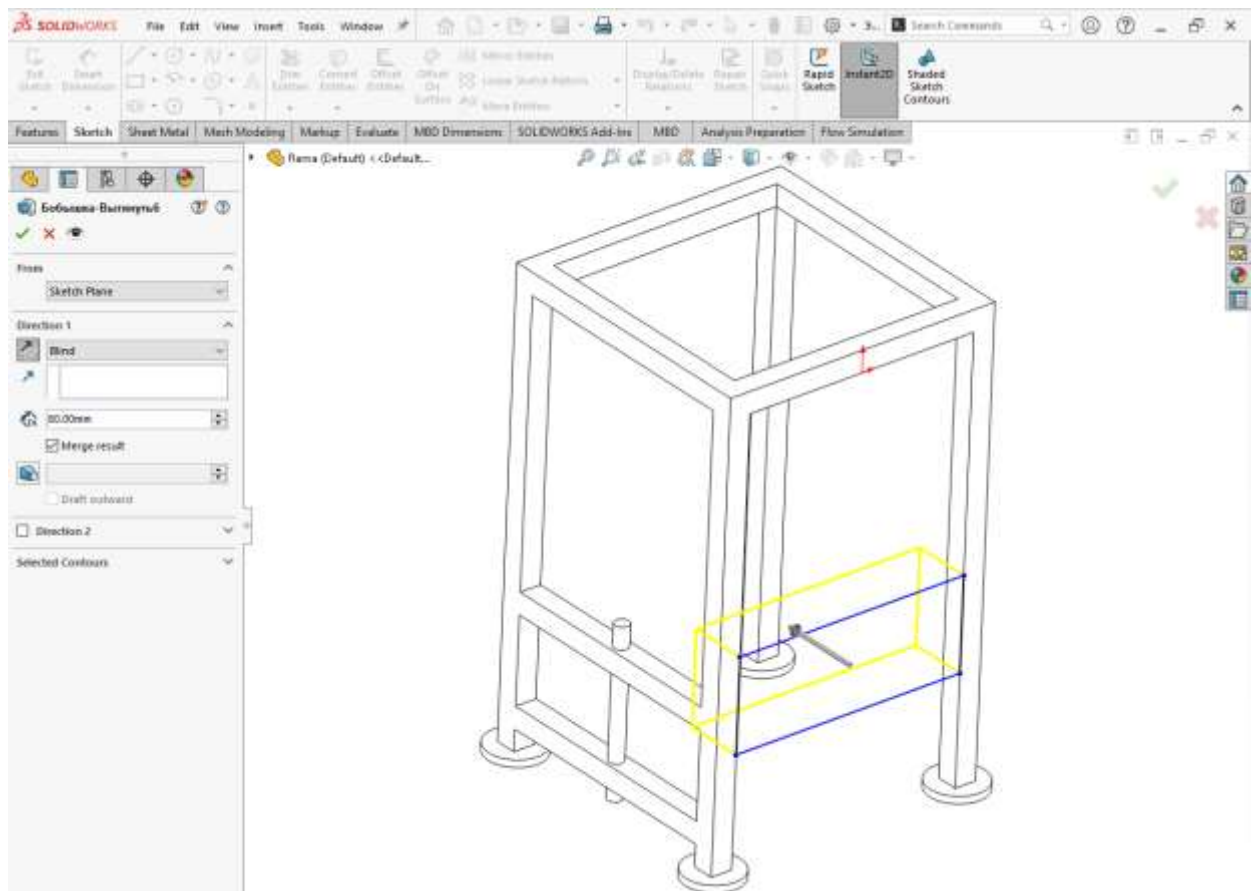


Рисунок 2.15 – Коробка для електроніки установки

В обов'язковому порядку будемо 3 додаткові перемички (рис. 2.16), які зроблять установку більш жорсткою.

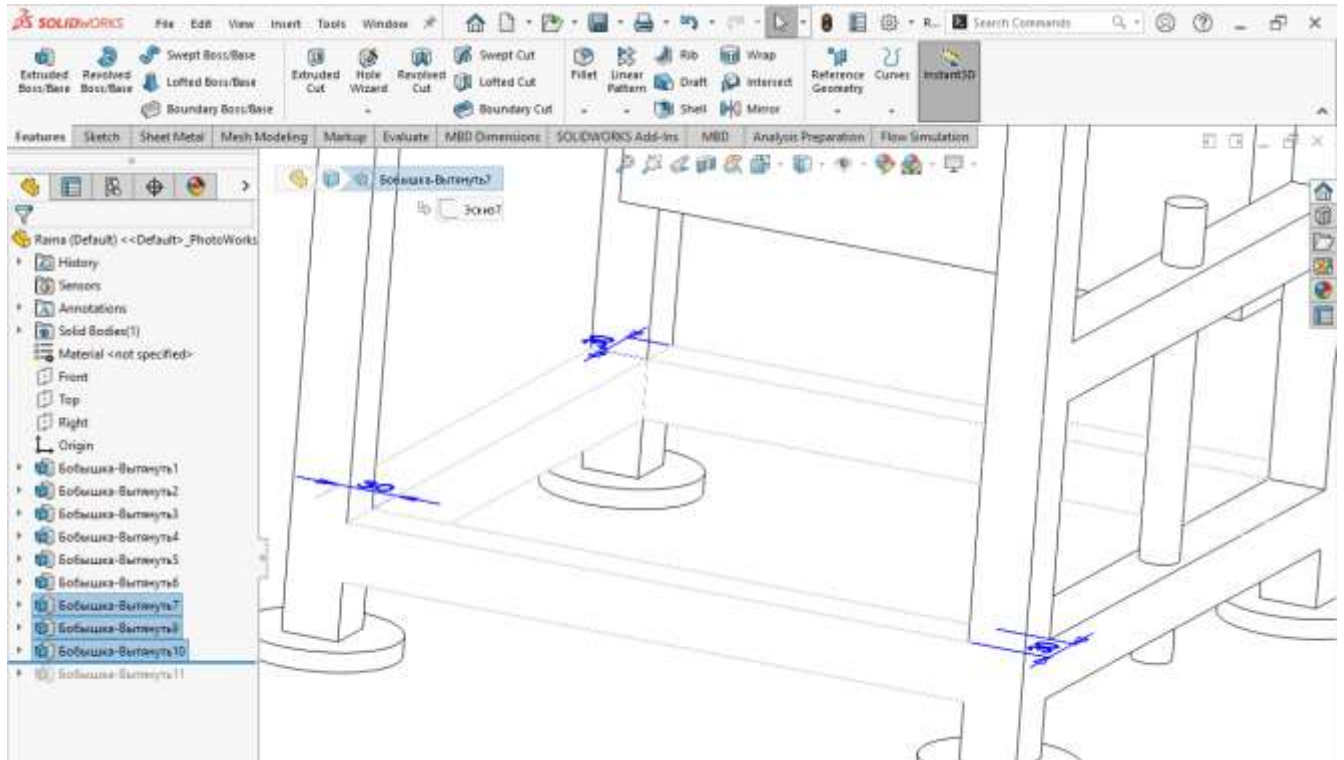


Рисунок 2.16 – Додаткові підсилювальні перемички

В результаті проведених робіт отримуємо готову 3D модель (рис. 2.17).

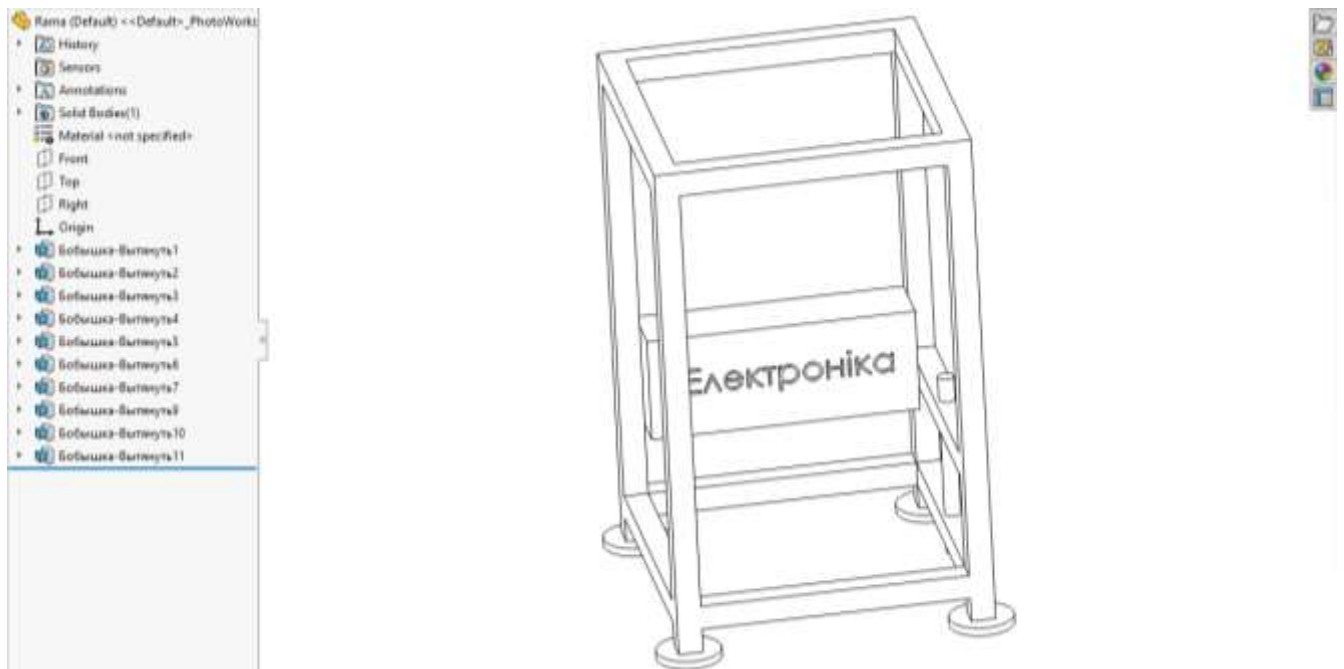


Рисунок 2.17 – Готова 3D модель рами

Моделювання насипного лотка.

Моделювання насипного лотка проходить в 4 операції

Операція 1. Методом витягування формується «лопатка», або ж дно насипного лотка. Результат моделювання представлено на рис. 2.18.

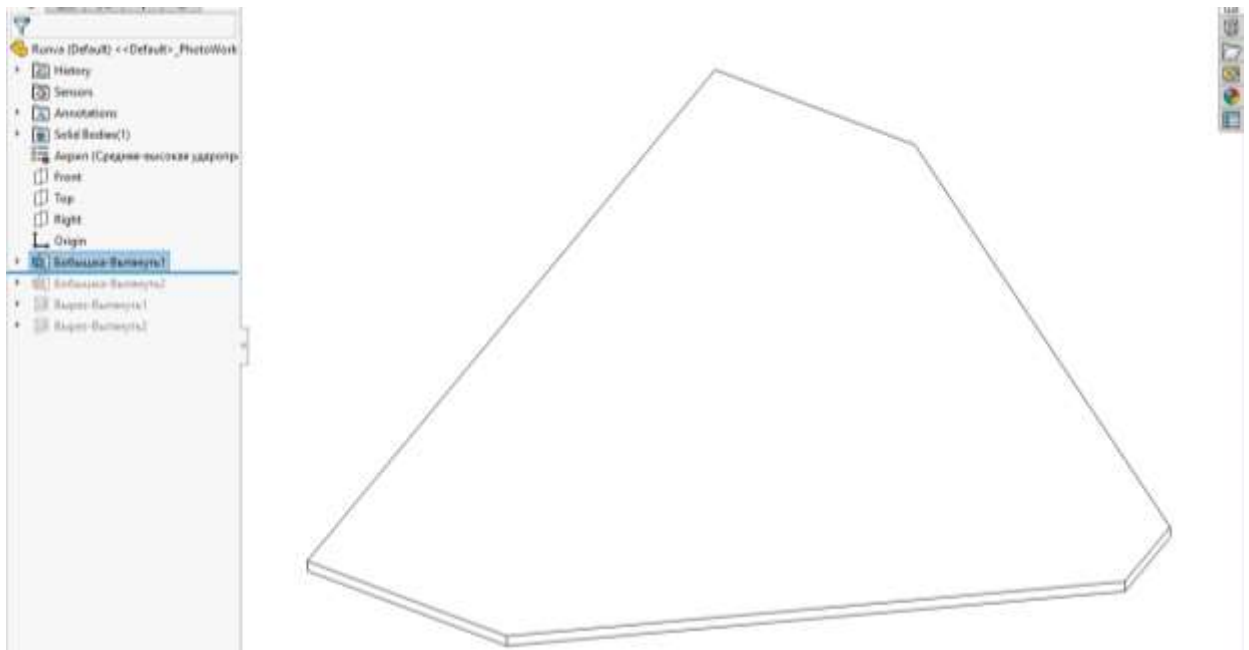


Рисунок 2.18 – Моделювання дна насипного лотка

Операція 2. Аналогічно першій операції будуються межі або ж стінки лотка. Результат роботи представлено на рис. 2.19.

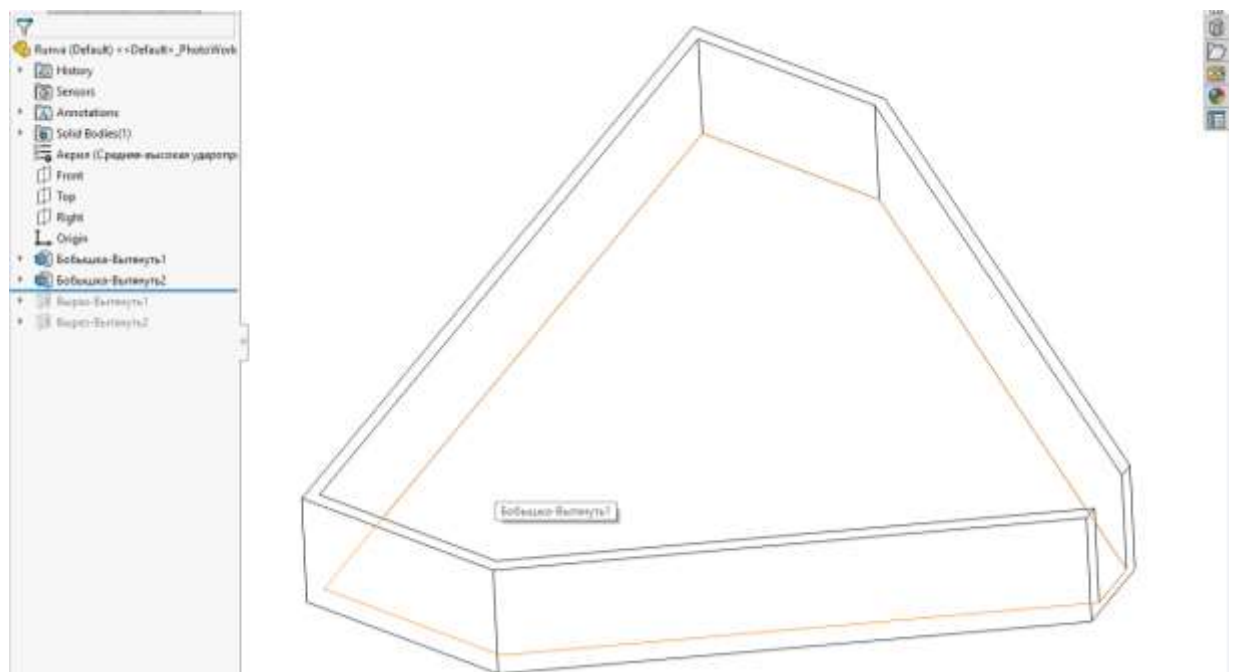


Рисунок 2.19 – Моделювання стінок насипного лотка

Операція 3. Методом вирізання стінки на виході лотка вирізаються (рис. 2.20) з метою створення направленого руху порошків тонера, який попадає в тару.

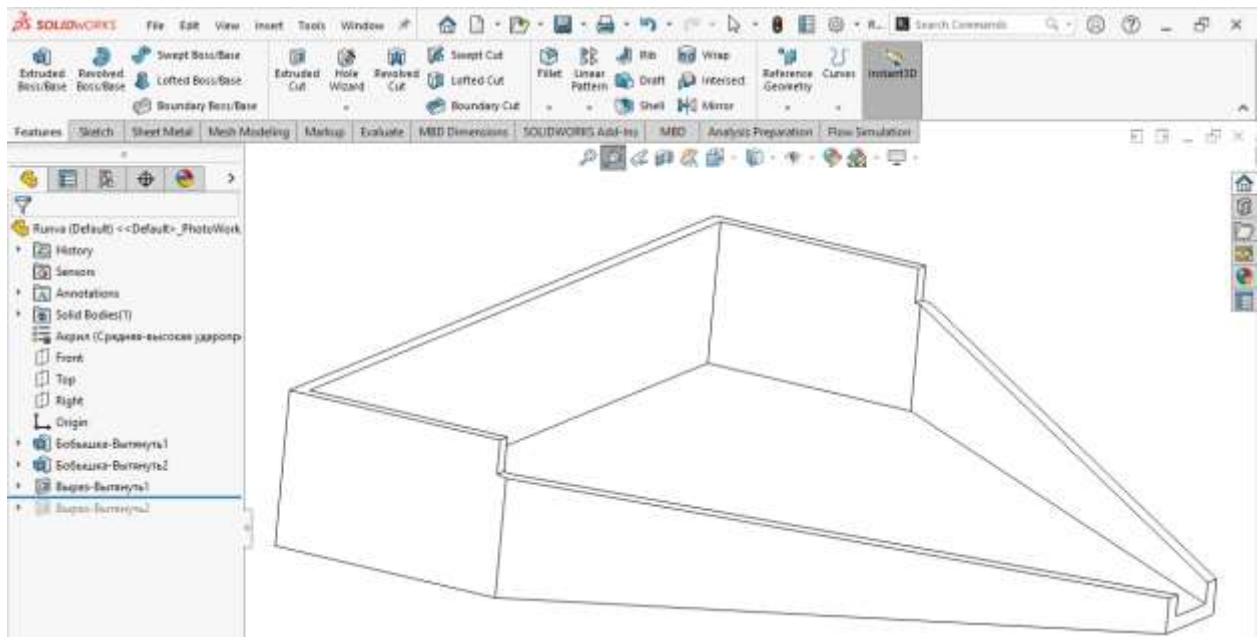


Рисунок 2.20 – Моделювання скошеного вирізу стінок насипного лотка

Операція 4. Аналогічно попередньому методу з боків вирізаються отвори, які необхідні для з'єднання з основним бункером за допомогою осі. Отже загалом результат моделювання представлено на рисунку 2.21.

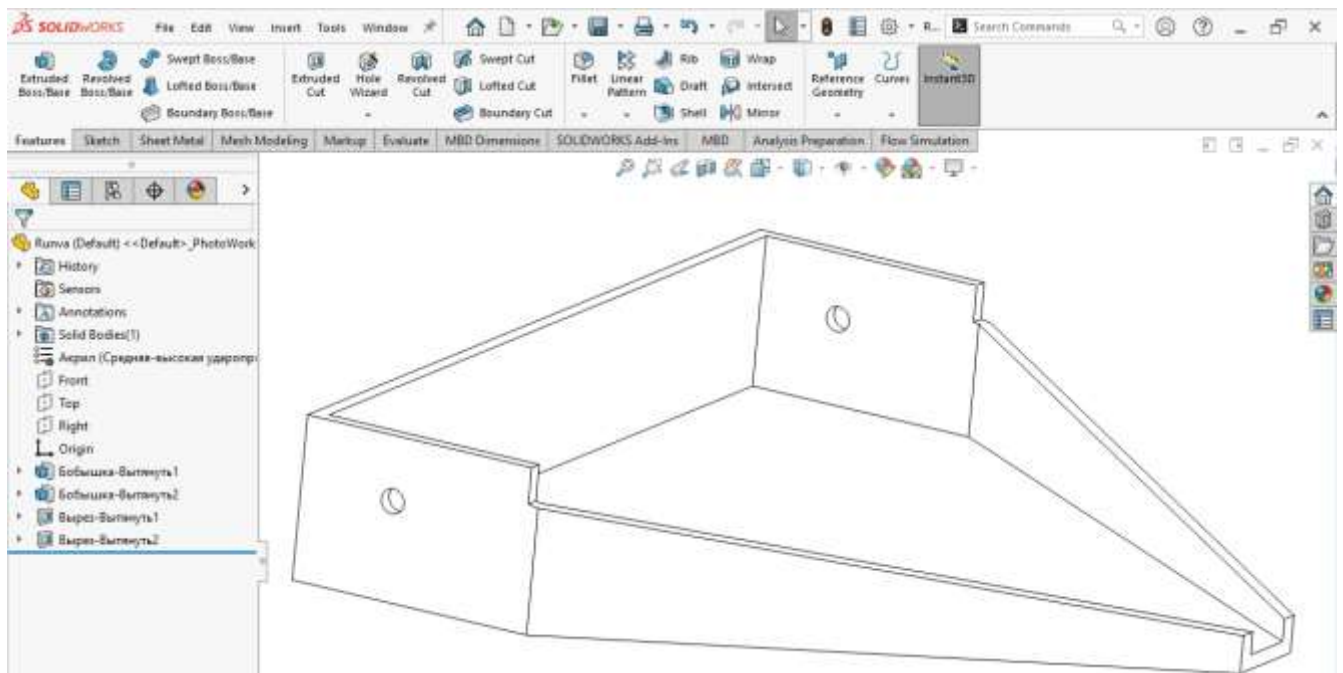


Рисунок 2.21 – Модель насипного лотка

Моделювання платформи для тари.

Розглянемо послідовність побудови зважувальної платформи.

Методом витягування будуюмо елемент типу циліндрична втулка. Результат моделювання наведено на рис. 2.22.

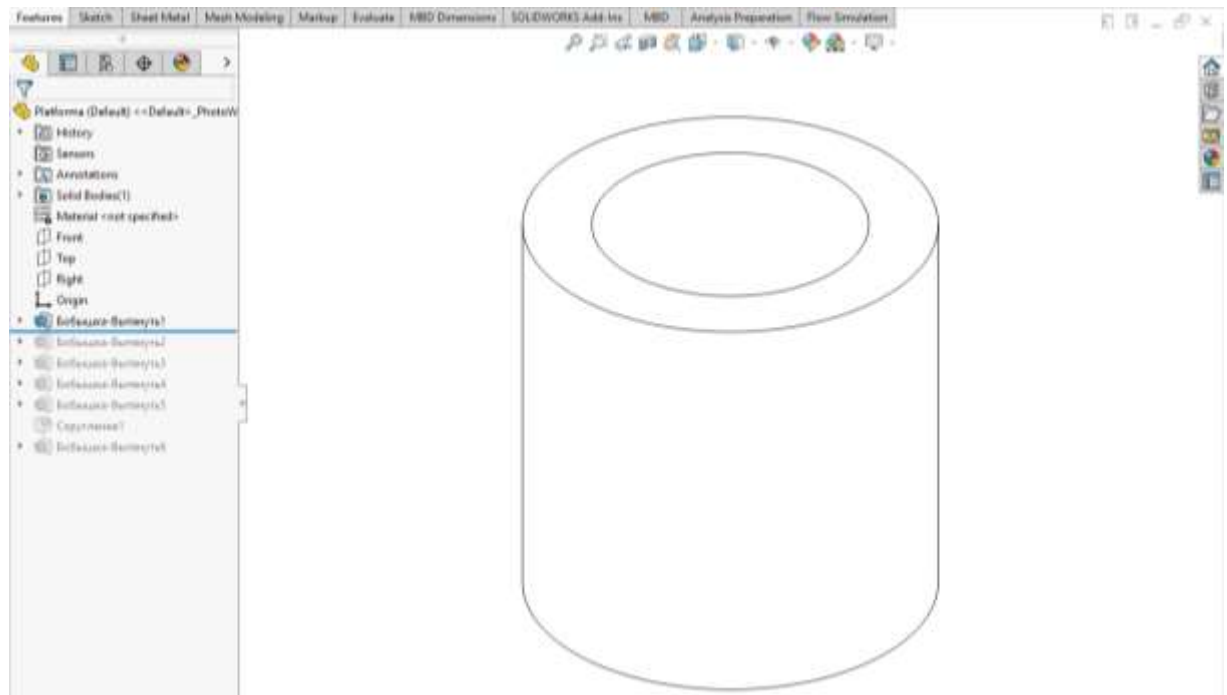


Рисунок 2.22 – Модель елемента типу втулка

Далі будуюмо навколо побудованої втулки прямокутний брусок, який в нашому випадку імітує елемент ваги (електронний компонент). Результат моделювання наведено на рисунку 2.23.

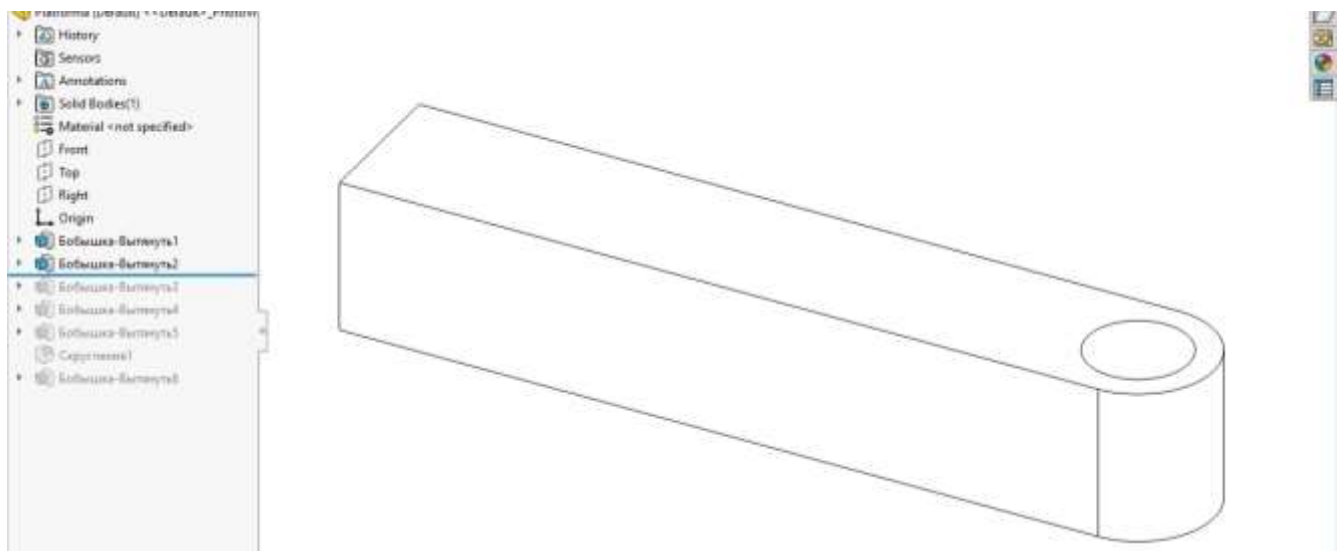


Рисунок 2.23 – Модель елемента типу електронний компонент ваги

Далі для надійнішого розміщення тари на вазі необхідно методом витягування побудувати дископодібну платформу на якій і буде розміщено тару типу пляшка пластикова. результат моделювання наведено на рисунку 2.24.

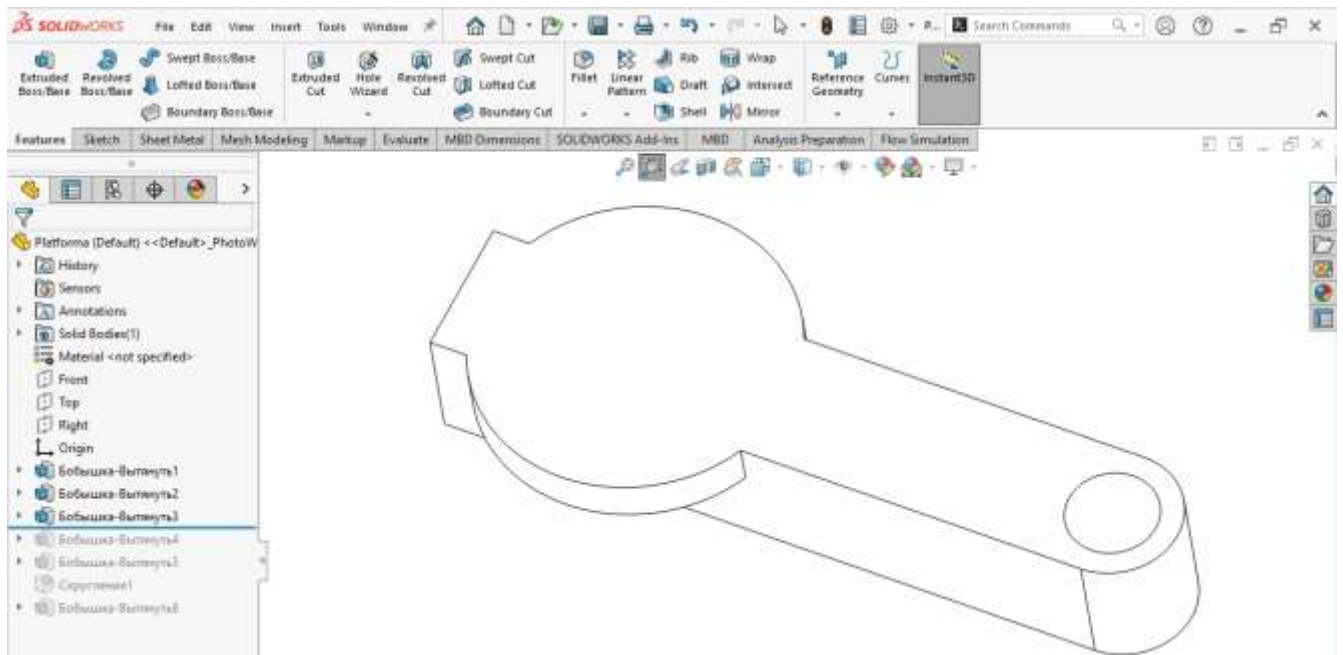


Рисунок 2.24 – Модель елемента платформа для розміщення на ній тари

На боковій поверхні втулки методом витягування побудований затискач який затискає платформу на визначеній висоті від насипного лотка, щоб можна було застосовувати тару різного розміру та наповнювати різною масою. Результат моделювання наведено на рисунку 2.25.

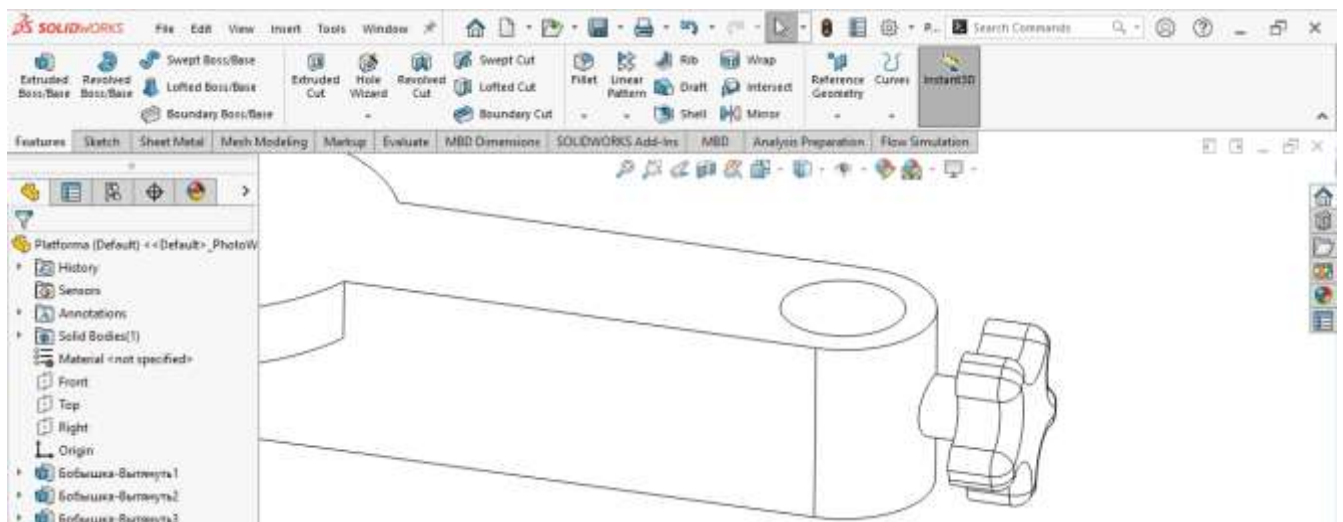


Рисунок 2.25 – Модель елемента затискач висоти платформи

Здійснивши усі етапи побудови на рисунку 2.26 зобразимо готову модель зважувальної платформи.

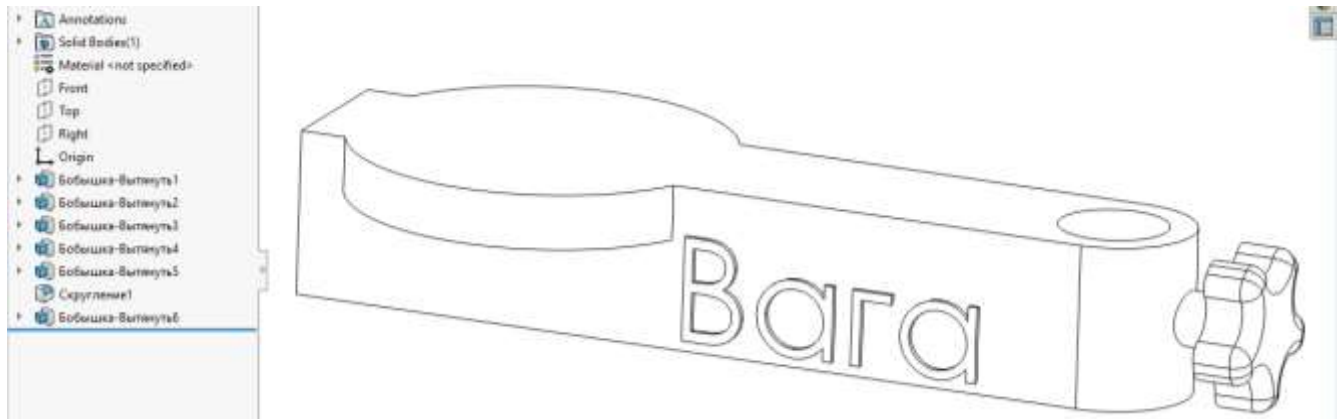


Рисунок 2.26 – Модель зважувальної платформи

Моделювання вібраційного двигуна та моделі тари.

Також важливими елементами у візуалізації концепції автоматизованого зважувала і насипача є додача в проект двох елементів вібраційного двигуна, який використовується для насипки сипучого матеріалу (рис. 2.27) та моделі тари типу пляшка (рис. 2.28) в яку цей матеріал насипається.

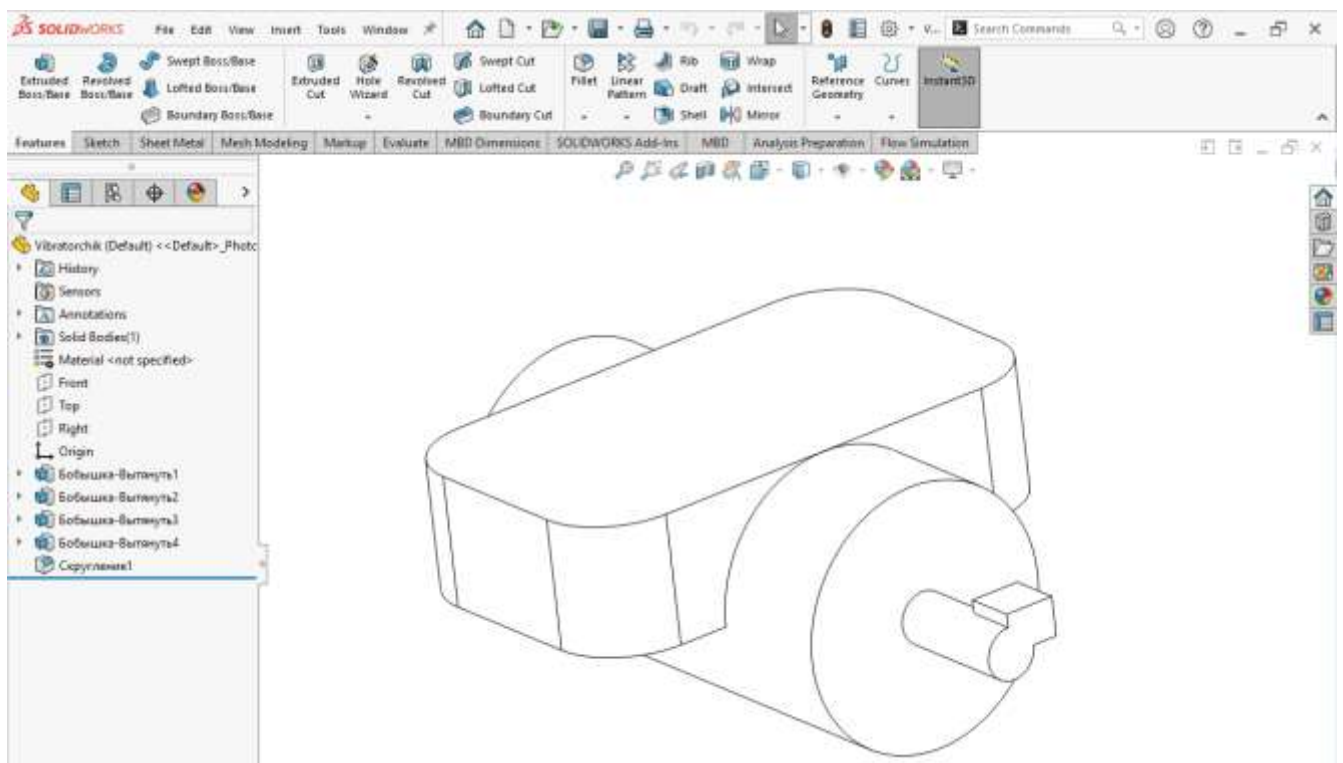


Рисунок 2.27 – Модель вібраційного двигуна

На вище приведеному рисунку зображено модель двигуна, ексцентрика на його роторі та кронштейну за допомогою якого даний двигун кріпиться до насипного лотка.

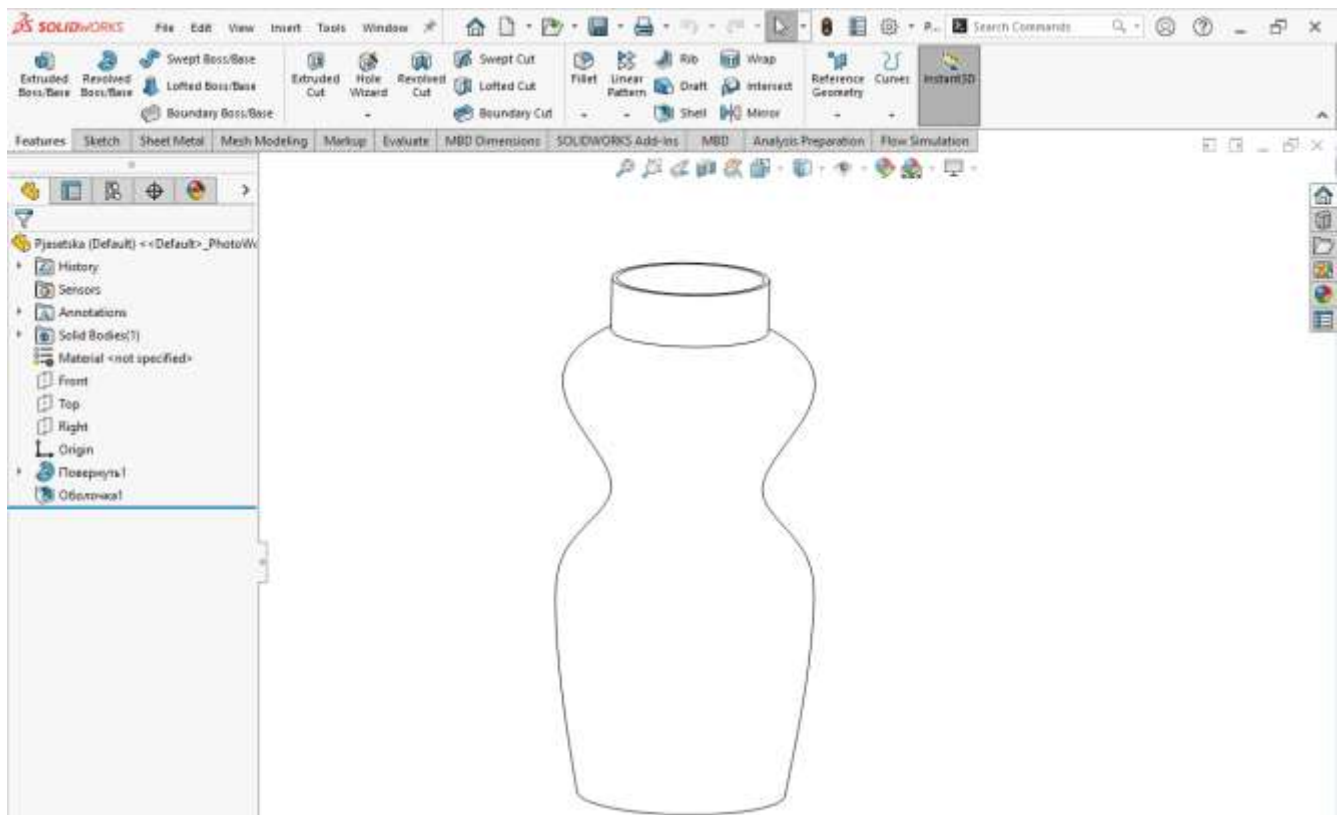


Рисунок 2.28 – Модель тари типу пластика пляшка

Побудувавши усі елементи установки можна переходити до їх збирання в одну діючу віртуальну модель

2.2 Моделювання збірки автоматизованої фасувальної установки

В результаті проведених робіт з моделювання усіх необхідних елементів можна приступати до їх об'єднання оскільки лише так можна оцінити розроблену модель проекту, переконатися в правильному розміщенні елементів один відносно одного.

Сутність створення збірки з змодельованих деталей полягає в розташуванні відповідних поверхонь деталей одна відносно одної таким чином, щоб вони

склалися в один цілісний механізм. Відповідно деталі якщо вони мають здійснювати рух один відносно іншого, то будуть у віртуальному режимі виконувати кінематичну роботу.

Для початку необхідно відкрити усі раніше змодельовані деталі (рис. 2.29), які є складовими частинами зважувально-насипної установки.

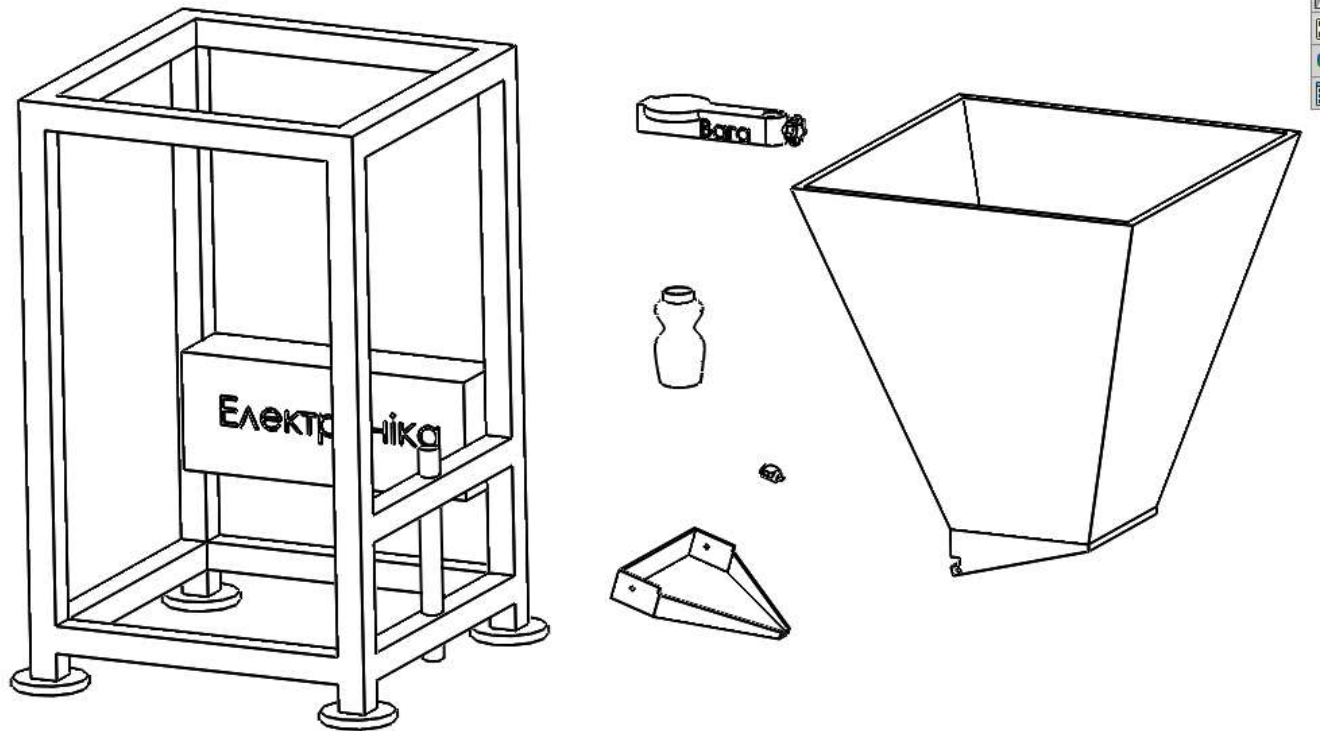


Рисунок 2.29 – Змодельовані складові частини зважувально-насипної установки

Виберемо внутрішню циліндричну поверхню втулки елемента ваги та зовнішню циліндричну поверхню колони корпусу і надамо їм взаємодії концентричність. Відповідно елемент ваги ніби налізе на колону, в результаті буде те, що зображено на рисунку 2.30.

Для того щоб елемент ваги не прокручувався навколо колони, треба вибрати бокову плоску сторону ваги та плоску бокову частину опори рами та надати їм властивості паралельність. Відповідно вага буде чітко розміщена в просторі відносно рами. Результат налагодження зображено на рисунку 3.31.

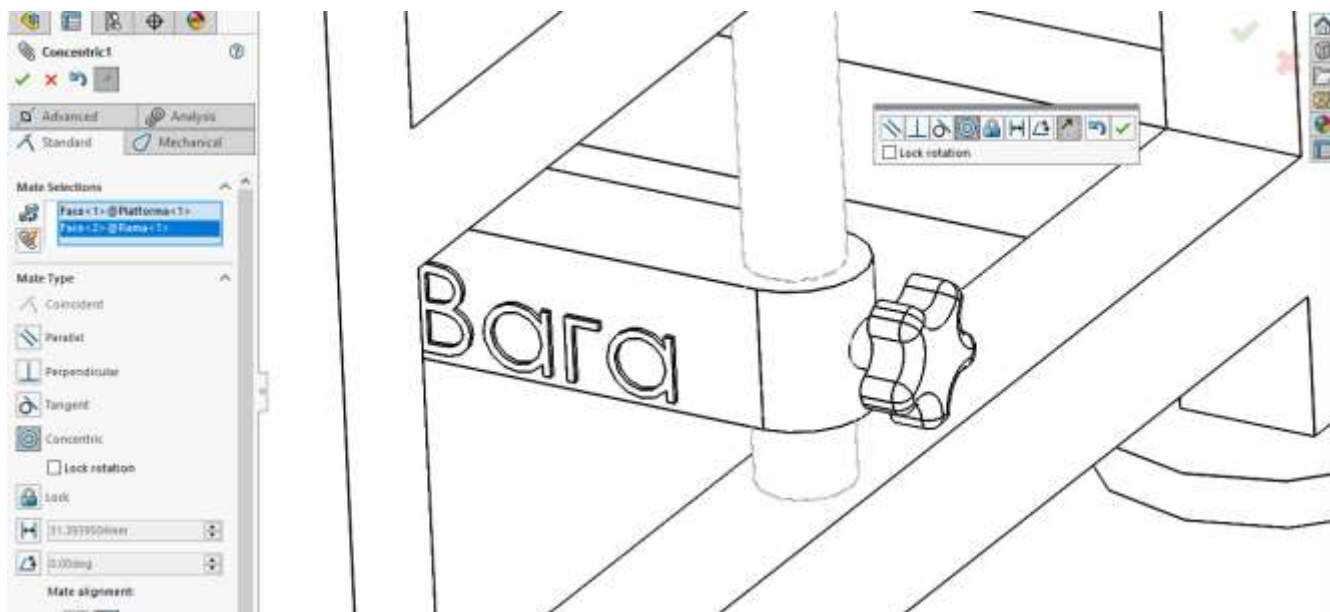


Рисунок 2.30 – Розміщення елемента ваги на колоні рами

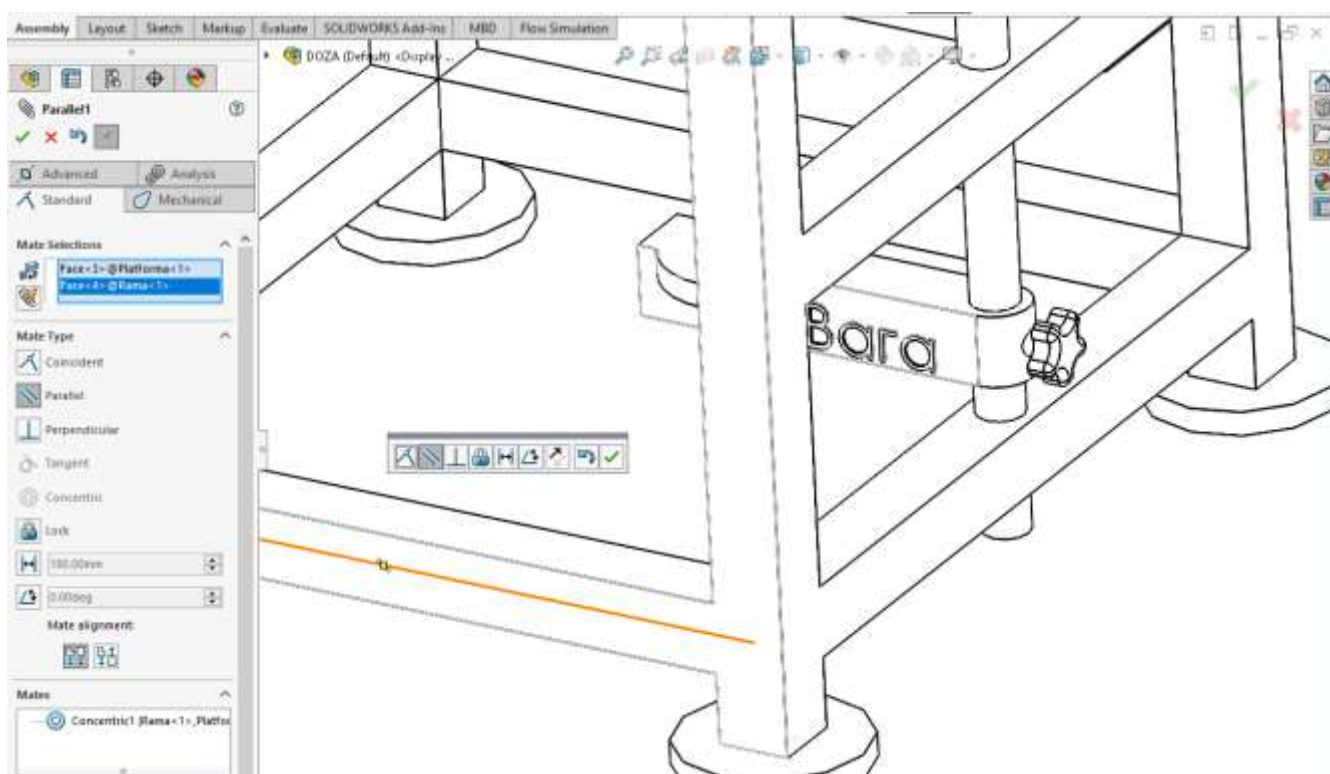


Рисунок 2.31 – Розміщення бокової стінки ваги паралельно боковій стінці опори рами

Далі виберемо похилу сторону основного бункера та кромку верхньої рамки та надамо їм співвідношення суміжності, відповідно похила стінка доторкнеться до кромки (рис. 2.32).

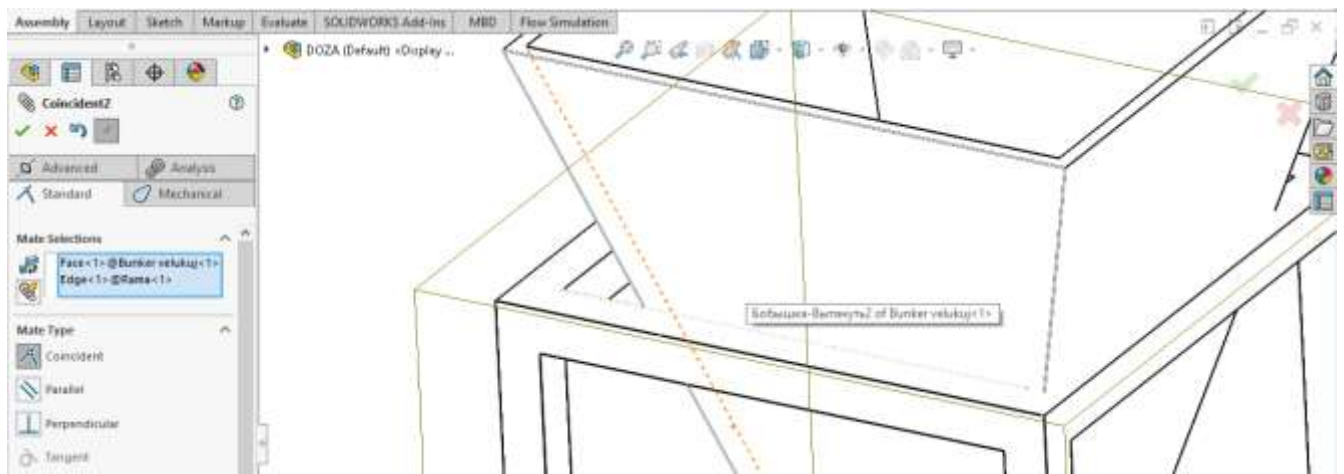


Рисунок 2.32 – Контакт основного бункера з кромкою рами

Аналогічним чином діємо з іншою похилою стороною і іншою кромкою рами (рис. 2.33), тобто над елементами які розміщені під кутом 90 градусів відносно попередніх налагоджень.

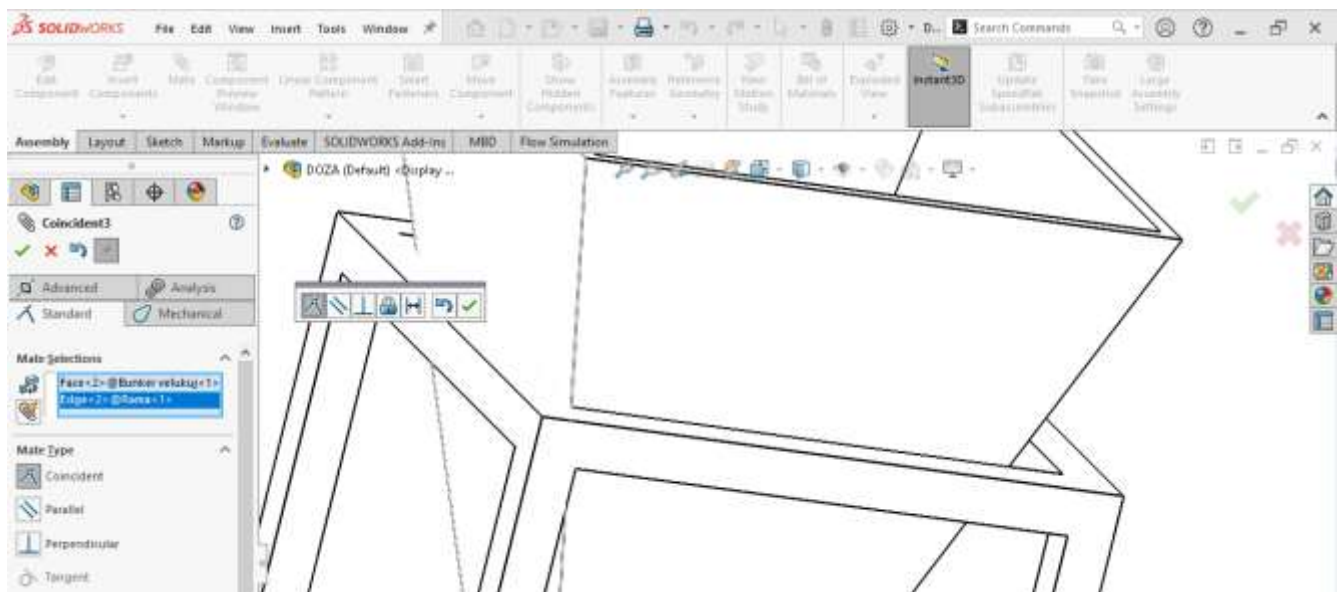


Рисунок 2.33 – Контакт основного бункера з іншою кромкою рами

Для того щоб бункер остаточно розмістився (рис. 2.34) в рамі необхідно вибрати ще по одній протилежній стороні і протилежній кромці і здійснити аналогічні налагодження.

Таким чином дані два елементи остаточно та правильно розмістяться один відносно одного.

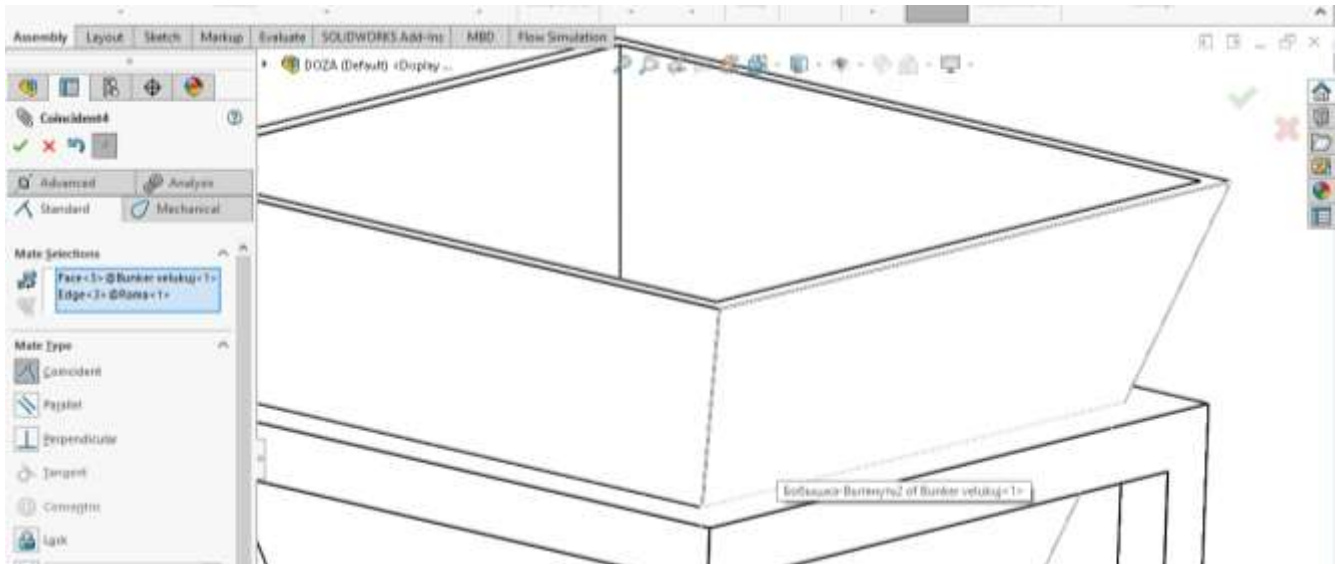


Рисунок 2.34 – Остаточне розміщення основного бункера в рамі

Далі виберемо циліндричну поверхню в отворі насипного лотка і циліндричну поверхню в отворі основного бункера, таким чином насипний лоток ніби надінеться на уявну вісь і з'єднається з основним бункером (рис. 2.35).

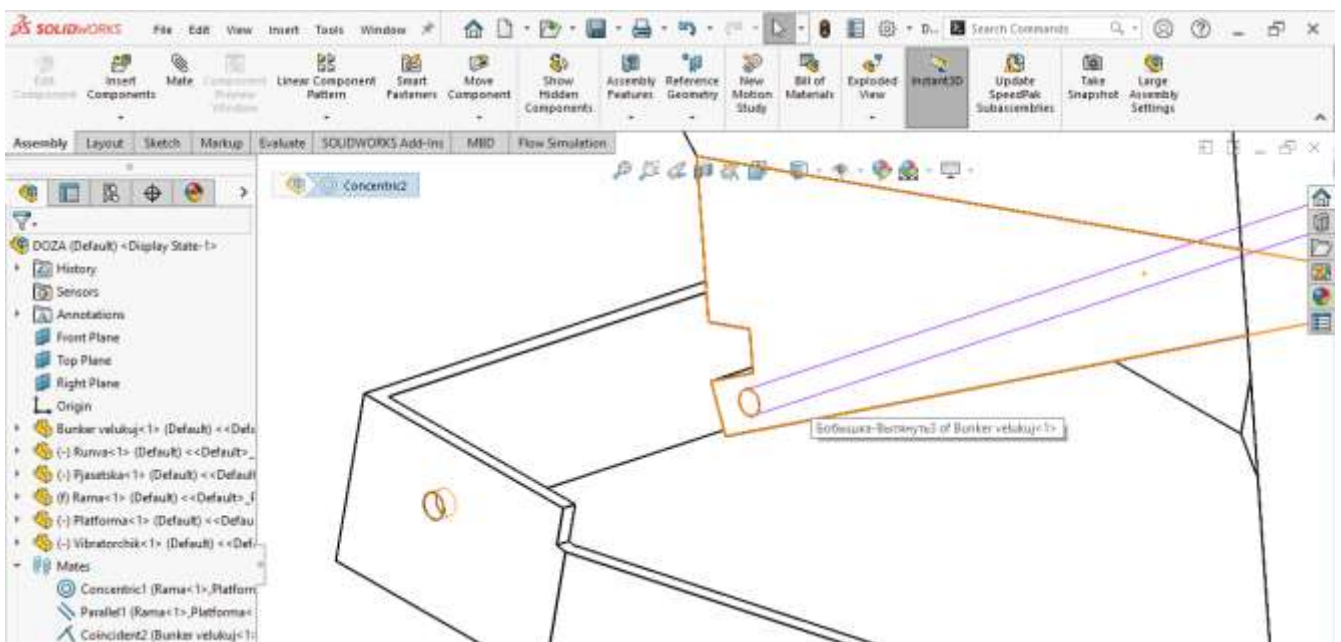


Рисунок 2.35 – Насипний лоток надтий на уявну вісь основного бункера

Далі необхідно вибрати внутрішню плоску поверхню лотка і плоску стінку основного бункера і лоток таким чином впритул доторкнеться до основного бункера (рис. 2.36). Лоток матиме можливість лише обертатися навколо своєї осі.

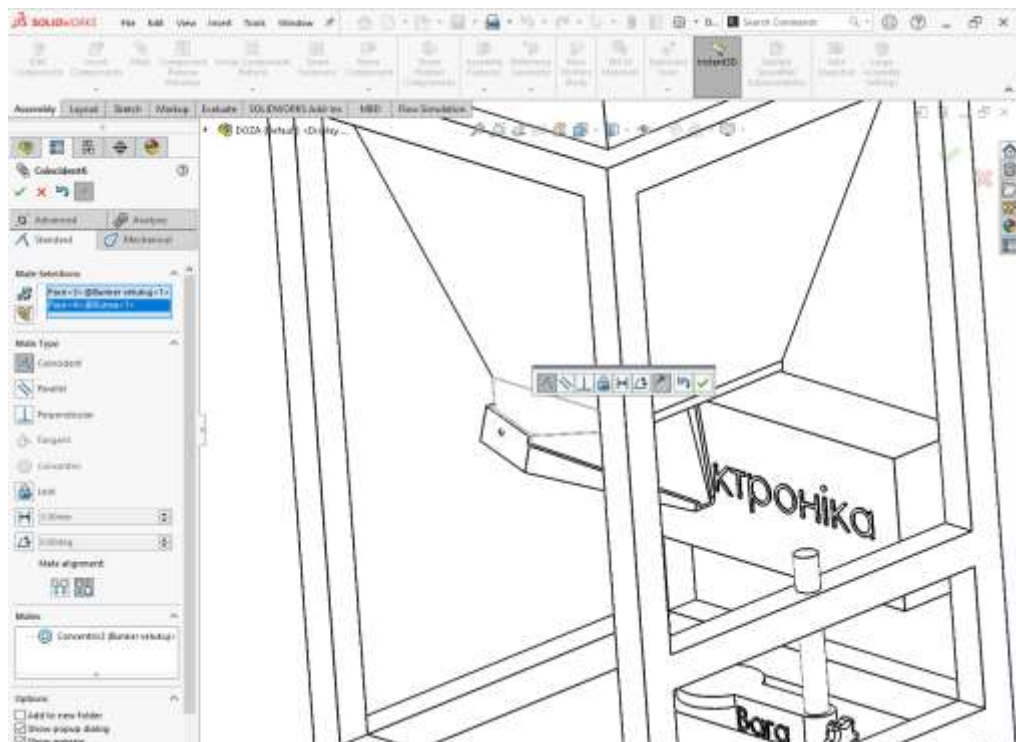


Рисунок 2.36 – Розташування насипного лотка відносно основного бункера

Уже за попередньо отриманими знаннями розташовуємо вібраційний мотор на нижню частину вібраційного лотка (рис. 2.37) та пластикову пляшку на дископодібному столі зважувального елемента (рис. 2.38).

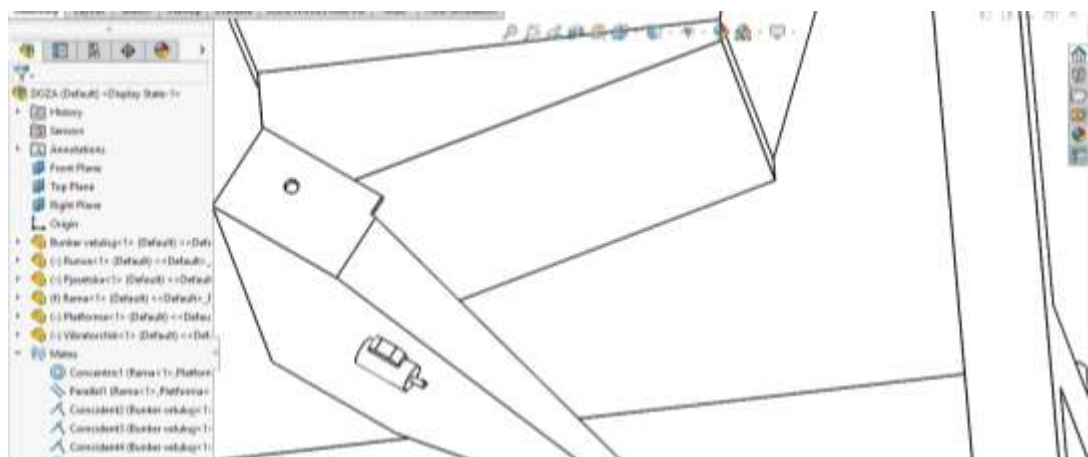


Рисунок 2.37 – Розташування вібраційного мотора на нижній частині насипного лотка

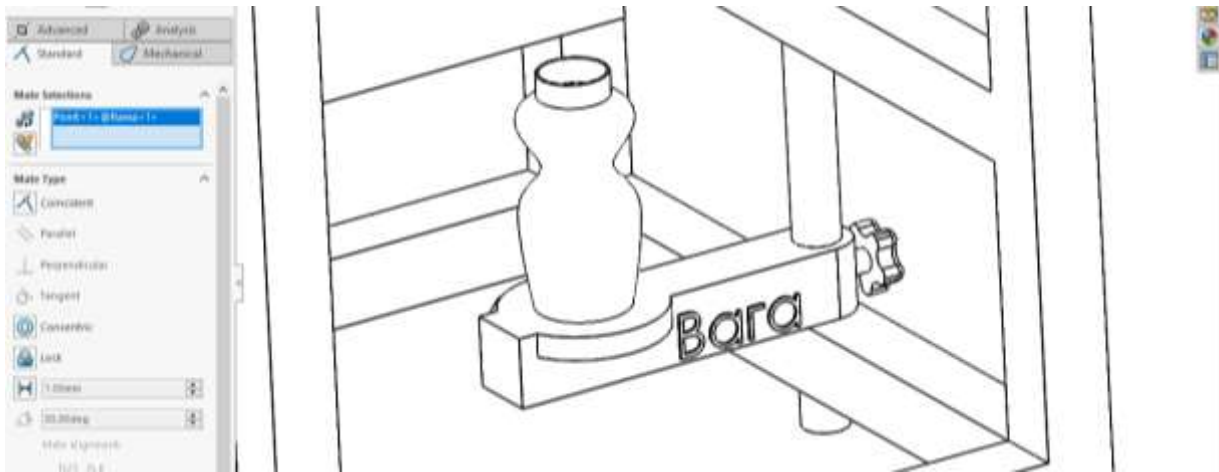


Рисунок 2.38 – Розташування вібраційного мотора на нижній частині насипного лотка

Оскільки збірка склалася без труднощів, то це свідчить про правильне проектування усіх її складових частин.

2.3 Опис принципу роботи автоматизованої фасувальної установки

В результаті проведених робіт отримаємо збірну одиницю автоматизованої установки для фасування (рис. 2.39) сипучих матеріалів типу тонер для лазерного принтера.

Отже робота установки заключається в наступному:

- в основний великий бункер вставляється попередньо відритий великий пакет (оптовий) з тонером для лазерного принтера;
- частина тонера відразу насипається в насипний лоток, але згодом щілина яка розташована в основному бункері закупорюється через ущільнювальну властивість тонера і для регулювання пршої засипки насипний лоток можна регулювати по величині відкриття;
- далі вібраційний мотор який розташований на нижній частині насипного лотка починає вібрувати і таким чином тонер поступово переміщається в низ по похилій площині;



Рисунок 2.39 – збірна одиниця автоматизованої установки для фасування сипучих матеріалів типу тонер для лазерного принтера

- сипучий матеріал попадає в пластикову пляшку, яка в свою чергу розташована на електронній вазі;
- відповідно насипавши припустимо 50 грам тонера, вага подає сигнал контролеру, який постійно слідкує за масою яка насипається в пляшку, і придосягненні необхідної маси вимикає вібромотор;
- далі оператор забирає насипану пляшку та ставить іншу уже пусту;
- процес повторюється знову.

Тобто вібромотор працює тоді коли маса, що розташована на вагах не дійшла заданого значення.

2.4 Висновки щодо розділу

В даному розділі здійснено моделювання усіх необхідних деталей та вузлів з яких складається автоматизована зважувальна фасувальна установка. Усі змодельовані деталі необхідні для формування цілісної компоновки установки.

Попередньо змодельовані деталі були зібрані в один функціональний механізм за допомогою спряжень програмного забезпечення SolidWorks .

В третьому підрозділі конструкторського розділу було описано функціонування розроблено машини, яка насипає та дозує сипучий матеріал типу тонер лазерного принтера.

3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Підбір комплектуючих для спрощеної моделі автоматизованої фасувальної установки

Для виготовлення дослідного стенду щодо автоматизації вантаження та фасування було обрано наступні необхідні електронні компоненти.

Плата Arduino UNO.

Arduino Uno (рис.) — це мікроконтролерна плата на основі ATmega328P. Він має 14 цифрових входів/виходів (з яких 6 можна використовувати як ШІМ-виходи), 6 аналогових входів, керамічний резонатор 16 МГц (CSTCE16M0V53-R0), USB-з'єднання, роз'єм живлення, роз'єм ICSP і кнопку скидання. Містить все необхідне для підтримки мікроконтролера; просто підключіть його до комп'ютера за допомогою USB-кабелю або живіть його за допомогою адаптера змінного струму в постійний струм або акумулятора, щоб почати. Ви можете працювати з Uno, не турбуючись про те, що ви зробите щось не так.

«Uno» італійською мовою означає «один» і було вибрано для відзначення випуску програмного забезпечення Arduino (IDE) 1.0. Плата Uno та версія 1.0 програмного забезпечення Arduino (IDE) були еталонними версіями Arduino, які тепер еволюціонували до нових версій. Плата Uno є першою в серії USB-плат Arduino та еталонною моделлю для платформи Arduino [7].

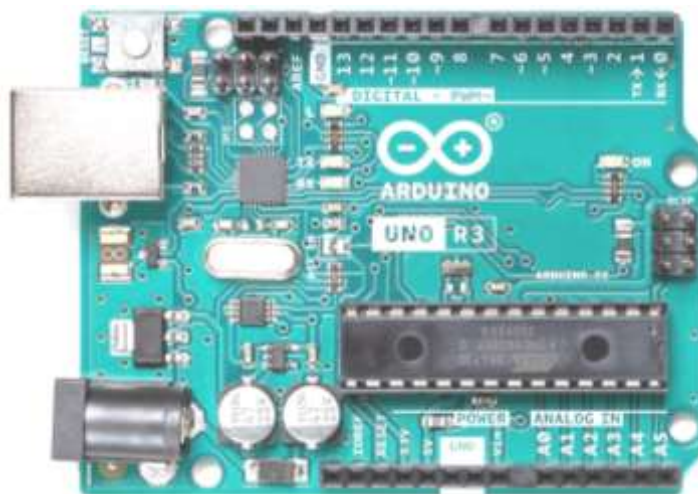


Рисунок 3.1 – Плата Arduino Uno

Важливі технічні характеристики:

Мікроконтролер	АТmega328P
Робоча напруга	5В
Вхідна напруга (рекомендована)	7-12 В
Вхідна напруга (обмеження)	6-20В
Цифрові контакти вводу/виводу	14 (з яких 6 забезпечують вихід ШІМ)
Контакти цифрового входу/виводу	ШІМ 6
Аналогові входи	6
Постійний струм на контакт введення/виведення	20 мА
Постійний струм для контакту	3,3 В 50 мА
Флеш-пам'ять	32 КБ (АТmega328P), з яких 0,5 КБ використовується

завантажувачем

SRAM	2 КБ (АТmega328P)
EEPROM	1 КБ (АТmega328P)
Тактова частота	16 МГц
LED_BUILTIN	13
Довжина	68,6 мм
Ширина	53,4 мм
Вага	25 г

Тензодатчик для ваг YZC131 (рис. 3.2)

Цей прямолінійний тензодатчик [5] (іноді його називають тензодатчиком) може перетворювати тиск (силу) до 1 кг в електричний сигнал. Кожен тензодатчик здатний вимірювати електричний опір, який змінюється у відповідь на деформацію (наприклад, тиск або силу), що прикладається до стрижня, і пропорційно до неї. За допомогою цього вимірювального приладу ви зможете визначити, наскільки важкий об'єкт, чи змінюється вага об'єкта з часом, чи вам просто потрібно відчувати присутність об'єкта, вимірявши деформацію або навантаження, що прикладається до поверхні.

Кожен тензодатчик із прямою стрижнею виготовлено з алюмінієвого сплаву та здатний зчитувати ємність 1 кг. Ці тензодатчики мають чотири тензодатчики, які з'єднані у формі моста Уїтстона. Кольоровий код проводки такий: червоний = E+, зелений = O+, чорний = E- і білий = O-. Крім того, ці тензодатчики мають ступінь захисту IP66 і мають чотири наскрізні отвори для кріплення.

Розміри: 75 x 12,7 x 12,7 мм

Монтажні отвори: 2 x M4, 2 x M5

Довжина дроту: 250 мм / 9,75 дюйма

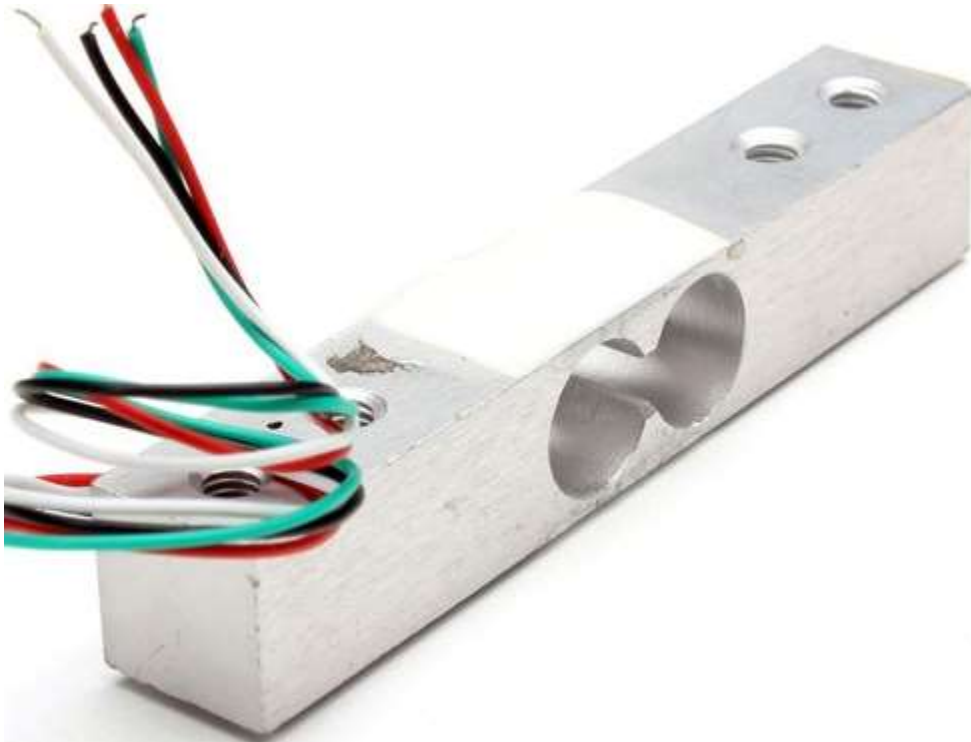


Рисунок 3.2 – Тензодатчик для ваг YZC131

Плата hx711 (рис. 3.3)

Огляд

Двоканальний 24-бітний прецизійний аналого-цифровий датчик ваги, підсилювач тензодатчика та модуль АЦП HX711 [6] — це невелика комутаційна плата для мікросхеми HX711, яка дозволяє легко зчитувати тензодатчики для вимірювання ваги. Підключивши модуль до мікроконтролера,

ви зможете зчитувати зміни в опорі тензодатчика та провести певне калібрування. Ви зможете отримати дуже точні вимірювання ваги.

Це може бути зручно для створення власного промислового масштабу, керування процесом або простого виявлення присутності. Датчик ваги HX711 використовує двопровідний інтерфейс (годинник і дані) для зв'язку. Виводи GPIO будь-якого мікроконтролера повинні працювати, і було створено численні бібліотеки, які полегшують читання даних з HX711. Для отримання додаткової інформації перегляньте посібник із підключення нижче.

Датчики навантаження використовують чотирипровідний міст Уїтстона для підключення до HX711. Зазвичай це кольори RED, BLK, WHT, GRN та YLW.

Кожен колір відповідає традиційному кольоровому кодуванню тензодатчиків:

Червоний (Збудження+ або VCC).

Чорний (збудження або GND).

Білий (підсилювач+, сигнал+ або вихід+).

Зелений (A-, S- або O-).

Жовтий (Щит).

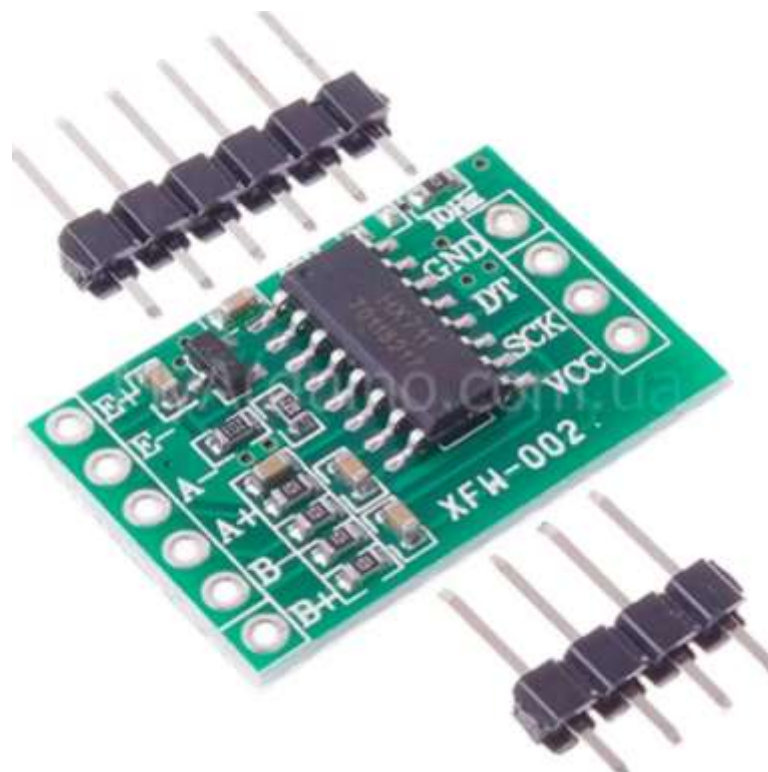


Рисунок 3.3 – Плата hx711

Технічні характеристики

Робоча напруга	2.6 - 5.5 В
Струм споживання	<10 мА
Інтерфейс	SPI
Робоча частота	10 вимірів за секунду (Гц), або 80 вимірів за секунду (Гц)
Розміри	24 x 16 мм
Тип мікросхеми	HX711
Коефіцієнт посилення каналу А	64 або 128

Електричний двигун.

Маленький електродвигун (рис. 3.4) 12000 об/хв - від 3 В до 9 В постійного струму [7]

Це дуже висока якість, ідеальна для автомобілів і вантажівок з радіоуправлінням.



Рисунок 3.4 – Електричний двигун

Технічні характеристики

Довжина основного корпусу: 1,296 дюйма (32,92 мм)

Повна довжина двигуна, включаючи вал і контакти: 2,116 дюйма (53,75 мм)

Ширина/діаметр: 1,080 (27,45 мм)

Центри отворів для гвинтів розташовані приблизно на відстані 0,618 дюйма (15,70 мм) один від одного

Діаметр панелі підшипника/втулки валу: 0,386 дюйма (9,82 мм)

Довжина виступаючого валу: 0,470 дюйма (11,94 мм)

Діаметр валу: 0,091 дюйма (2,3 мм)

Напруга: мінімум 3 В і максимум 9 В постійного струму.

Обороти: від 8000 до 12000 (залежно від напруги).

3.2 Моделювання спрощеної моделі автоматизованої фасувальної установки

Для того щоб в реальності виготовити спрощену модель автоматизованої фасувальної установки її перш за все варто змодельовати в віртуальності. Це необхідно для того щоб продумати усі нюанси компоновки, попередньо оцінити прийняті інженерно технічні рішення, загалом візуально оцінити грамотність конструкції. Лише після аналізу виконаної проектної роботи можна переходити до практичного виготовлення.

На рисунку 3.5 представлено компоновальну модель автоматизованої фасувальної установки.

Отже, розберемо конструкцію та принцип роботи спроектованої моделі. На основі 1 закріплено колону 2. На колоні розташований рухомий кронштейн 3, який кріпиться до колони затискачем 4. Кронштейн повинен бути рухомим оскільки на столику 6 можна розміщувати пластикові пляшки 7 різної висоти. Відповідно регулюючи відстань від пляшки до насипного лотка 8, який в свою чергу насипає тонер за рахунок вібрації, яка створюється моторчиком 9 з ексцентриком. Тензодатчик 5 закріплений на кронштейні, а на цьому датчику закріплений столик на якому розташована тара. Даний тензодатчик якраз і є тим електронним елементом який визначає масу насипаного порошку. При навантаженні на тензодатчик – параметр струму який через нього протікає починає змінюватися. Дані зміни струму вловлює плата HX711 позиція 11.

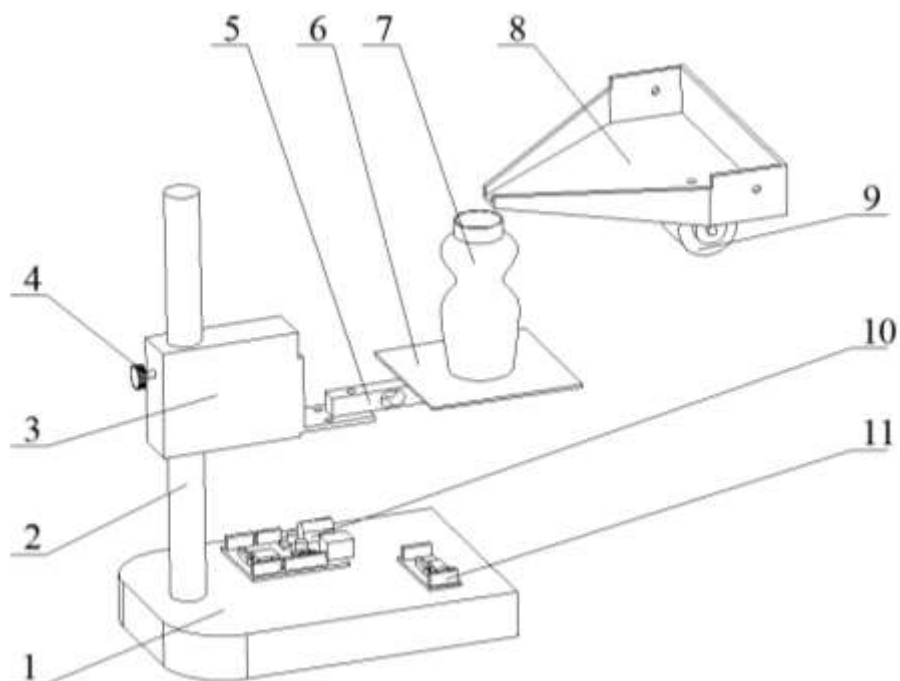


Рисунок 3.5 – Компонувальна модель автоматизованої фасувальної установки

В свою чергу дана плата приєднана до головного контролера 10 – плати Arduino UNO. В платі Arduino UNO завантажена прошивка яка керує вібромоторчиком 9.

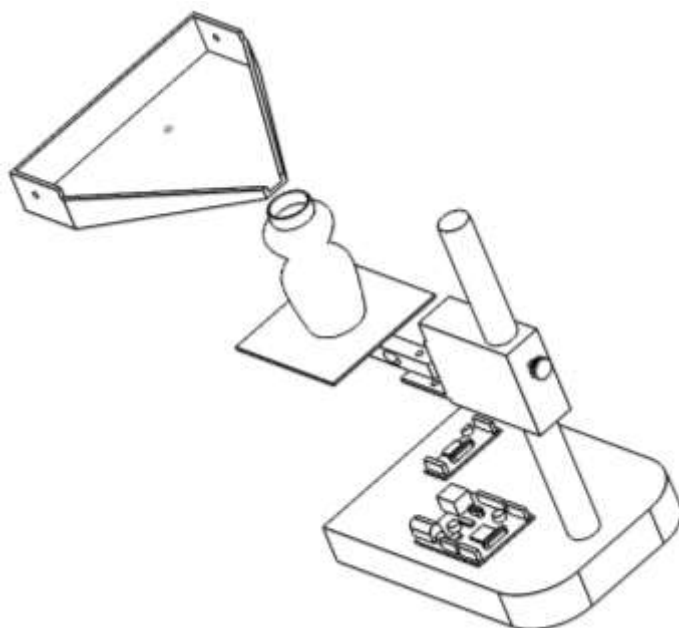


Рисунок 3.6 – Компонувальна модель автоматизованої фасувальної установки, вид зверху

Варто відмітити, що вся дослідна установка живляться постійним струмом 5В, тобто не вимагає потужного блока живлення.

3.3 Електрична схема роботи моделі автоматизованої фасувальної установки

Усі електричні компоненти необхідно об'єднати в електричну схему, зображену на рисунку 3.7, для того щоб установка нормально функціонувала.

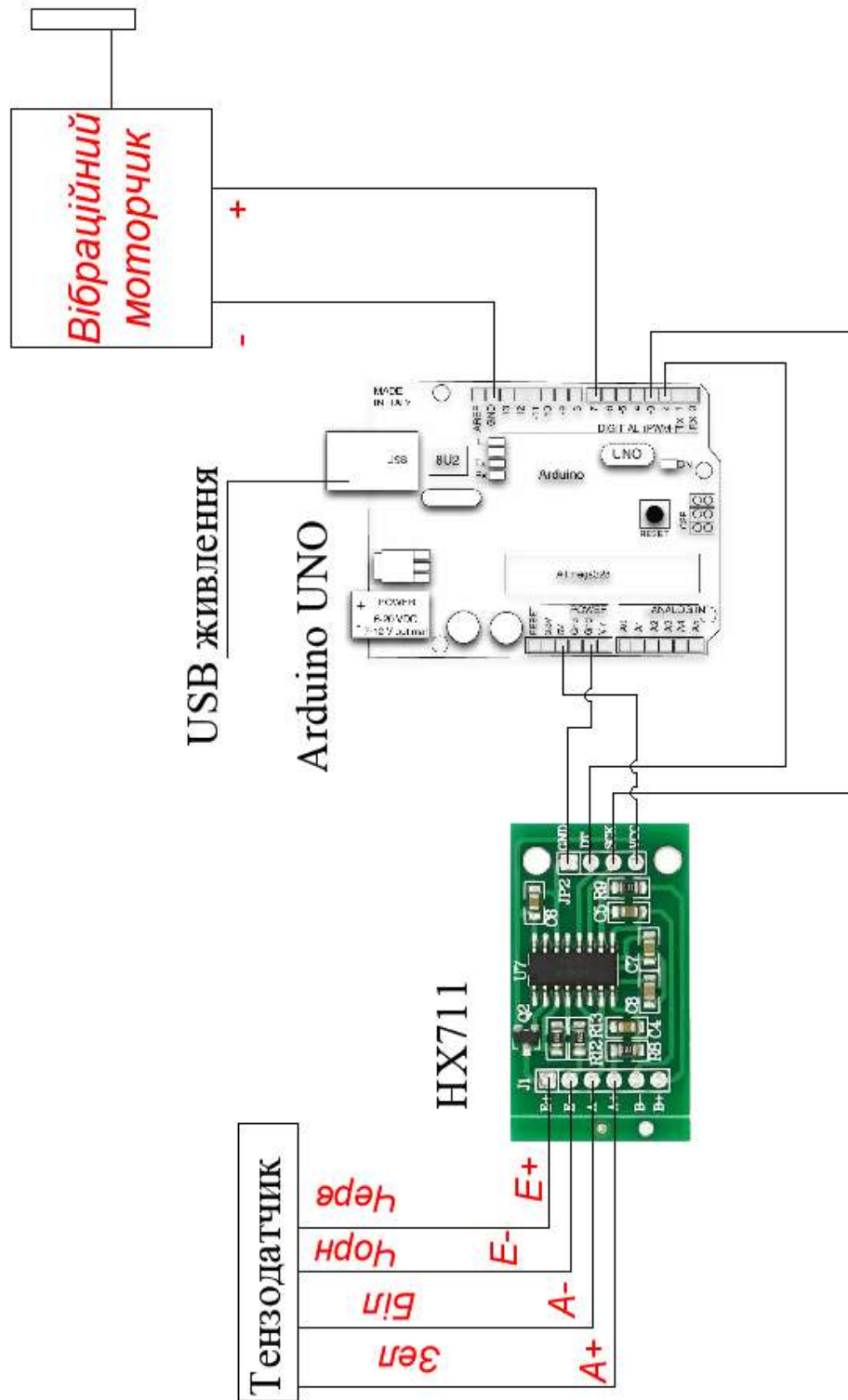


Рисунок 3.7 – Електрична моделі установки

Згідно вище приведенного рисунку можна побачити наступне. Тензодатчик за допомогою кольорових проводів (зелений, білий, чорний, червоний) приєднано до плати HX711 до входів, що маркуються E+, E-, A-, A+ відповідно. Далі плата HX711 приєднана до плати Arduino UNO GND до GND, DT до піна 2, SCK до піна 3, VCC до +5V відповідно. Вібраційний моторчик приєднаний до плати Arduino UNO контакт мінус до GND, контакт плюс до піна 7. Тобто в даному випадку пін 7 буде виконувати роль плюса в необхідний момент роботи зважувально-насіпної установки. Уся система живиться від USB порта, тобто +5V, що цілком достатньо для даної дослідної установки.

3.4 Висновки щодо розділу

Даний розділ присвячений підбору усіх необхідних електричних компонентів для створення дослідної установки для насипання та зважування тонера лазерного принтера.

Також тут спроектовано в 3D саму дослідну установку для насипання та зважування тонера лазерного принтера. Моделювання проводилося в САПР програмному забезпеченні SolidWorks, що дозволило змоделювати усі елементи установки, а потім їх зібрати в одну цілу функціональну одиницю

Також тут розроблено електричну схему приєднання усіх обраних електричних елементів для коректної роботи установки, тобто згідно попереднього планування.

4 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

4.1 Монтування спрощеної моделі фасувальної установки та опис її роботи

В минулому розділі було здійснено підбір усіх елементів установки для зважування і фасування сипучого матеріалу, розроблено електричну схему їх приєднання. Ото згідно опрацьованої інформації було виготовлено реальну проєктовану установку, яка представлена на рисунку 4.1.



Рисунок 4.1 – Виготовлена модель автоматизованої зважувально-фасувальної установки для сипучих матеріалів

Установка складається з наступних елементів:

1 – платформа на якій усе монтується

2 – циліндрична колона

3 – рухомий кронштейн, який може рухатися вздовж циліндричної колони, таким чином регулюється висота

4 – до рухомого кронштейну кріпиться столик, який приєднаний до тензодатчика (по суті електронна вага), який в свою уже чергу приєднаний до рухомого кронштейну

5 – на столик ставиться тара в яку і здійснюється насипка

6 – вібраційний моторчик служить для подачі сипучого матеріалу за рахунок вібрації

7 – плата HX711 конвертує сигнали від тензодатчика в цифрові сигнали для плати Arduino UNO

8 – керування установкою здійснюється платою Arduino UNO

4.2 Програмування роботи моделі автоматизованої фасувальної установки

Для того щоб установка працювала в автоматизованому режимі необхідно прошити плату Arduino UNO спеціально розробленою програмою, яка і надасть можливість автоматично вимикати насипку коли необхідна маса тонера утворилася в пластиковій тарі.

Код програми представлено нижче

```
#include "HX711.h"
#define calibration_factor -45600 //This value is obtained
using the SparkFun_HX711_Calibration sketch
#define LOADCELL_DOUT_PIN 3
#define LOADCELL_SCK_PIN 2
HX711 scale;
```

```
void setup() {
  pinMode (7, OUTPUT);
  digitalWrite(7, LOW);
  Serial.begin(57600);
  scale.begin(LOADCELL_DOUT_PIN, LOADCELL_SCK_PIN);
  scale.set_scale(calibration_factor); //This value is
  obtained by using the SparkFun_HX711_Calibration sketch
  scale.tare(); //Assuming there is no weight on the scale at
  start up, reset the scale to 0
}
void loop()
{
  Serial.println("Put product!");
  Serial.print("Reading: ");
  Serial.print(scale.get_units()*0.1, 3); //scale.get_units()
  returns a float
  Serial.print(" kg"); //You can change this to kg but you'll
  need to refactor the calibration_factor
  delay (100);
  if (scale.get_units()*0.1 > -0.03){
    digitalWrite(7, HIGH);
  }
  if (scale.get_units()*0.1 < -0.03){
    digitalWrite(7, LOW);
  }
}
```

Варто відмітити, що в даній прошивці використовується бібліотека [HX711.h](#).

Дана програма через USB кабель записується в мікроконтролер плати Arduino UNO через програмне середовище Arduino IDE.

4.3 Проведення експериментів функціонування спрощеної моделі автоматизованої фасувальної установки

Отже сутність експерименту полягає в наступному:

- на установку подається живлення за допомогою USB кабелю який приєднується до плати Arduino UNO;
- вібраційний моторчик починає працювати, тобто проходить імітація насипки сипучого матеріалу в тару яка розташована на столику установки;
- кладемо поступово вантажі;
- при досягненні необхідної маси (закладається в код прошивки) моторчик відключається (тобто зупинка насипки);
- тару можна забирати і ставити нову пусту.

Експеримент пройшов успішно, тобто модель автоматизованої фасувальної установки працює як було заплановано. Як результат можна здійснювати виготовлення реального фасувального обладнання для сипучих матеріалів типу тонер для лазерного принтера

4.4 Висновки щодо розділу

В даному розділі проведено монтування усіх елементів установки, приєднано усі дроти електричної схеми.

Для успішної роботи установки плати Arduino UNO було прошиито для можливості виконання роботи для автоматизованого зважування сипучого матеріалу. Після чого було проведено успішний експеримент.

ВИСНОВКИ

В першому розділі здійснено огляд поняття «сипучі матеріали», ознайомлено з їх основними характеристиками, властивостями та призначенням. Здійснено опановування інформації що таке тонер для принтера. В даному розділі також здійснено огляд пакувальних машин різного призначення та конструкцій.

Отримана інформація наштовхнула на розробку пакувальної машини, яка призначена для здійснення автоматичної насипки в ємність та автотипного зважування сипучого матеріалу – як приклад це може бути тонер для принтера.

В другому розділі здійснено моделювання усіх необхідних деталей та вузлів з яких складається автоматизована зважувальна фасувальна установка. Усі змодельовані деталі необхідні для формування цілісної компоновки установки.

Попередньо змодельовані деталі були зібрані в один функціональний механізм за допомогою спряжень програмного забезпечення SolidWorks .

В третьому підрозділі конструкторського розділу було описано функціонування розроблено машини, яка насипає та дозує сипучий матеріал типу тонер лазерного принтера.

Третій розділ присвячений підбору усіх необхідних електричних компонентів для створення дослідної установки для насипання та зважування тонера лазерного принтера.

Також тут спроектовано в 3D саму дослідну установку для насипання та зважування тонера лазерного принтера. Моделювання проводилося в САПР програмному забезпеченні SolidWorks, що дозволило змодельовати усі елементи установки, а потім їх зібрати в одну цілу функціональну одиницю

Також тут розроблено електричну схему приєднання усіх обраних електричних елементів для коректної роботи установки, тобто згідно попереднього планування.

В четвертому розділі проведено монтування усіх елементів установки, приєднано усі дроти електричної схеми.

Для успішної роботи установки плати Arduino UNO було прошито для можливості виконання роботи для автоматизованого зважування сипучого матеріалу. Після чого було проведено успішний експеримент.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Матеріали за посиланням https://en.wikipedia.org/wiki/Packaging_machinery
2. Матеріали за посиланням <https://www.palamaticprocess.com/en-us/bulk-handling-equipment/big-bag-filling/flowmatic-03>
3. Матеріали за посиланням <https://www.palamaticprocess.com/en-us/bulk-handling-equipment/sack-filling/palsack-01>
4. Матеріали за посиланням <https://www.palamaticprocess.com/en-us/bulk-handling-equipment/box-filling/palbox-02>
5. Матеріали за посиланням <https://bc-robotics.com/shop/load-cell-1kg-straight-bar-uzc-131/>
6. Матеріали за посиланням https://myproject.com.ua/hx711-dvokanalnij-datchik-tisku-ua.html?gclid=CjwKCAjwps-zBhAiEiwALwsVYRHzO1m3G3Q_HD9QpOWAJ52m11qeJggRZwMrmKGmHZ8dCKUEJneS_RoCJGoQAvD_BwE&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=New_Company
7. Матеріали за посиланням <https://vetco.net/products/small-electric-motor-12000-rpm-3v-to-9v-dc>
8. Матеріали за посиланням <https://www.unleashedsoftware.com/blog/automation-in-manufacturing>