

Хмельницький національний університет  
Факультет інформаційних технологій  
Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр  
Освітній рівень

Пристрій керування завантаженням бункеру сипучих матеріалів  
індуктивності  
Назва теми

КвРАКІТ.2019068.01.09.ПЗ

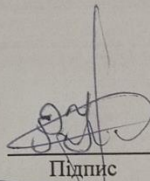
Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»  
Шифр, назва

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  
Шифр, назва

Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  
Назва

Виконав:

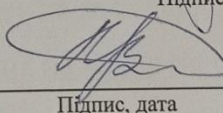
студент IV курсу, група АКІТс-19-1



Підпис

Ігор РИЖКОВ  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

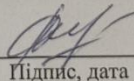
Керівник



Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

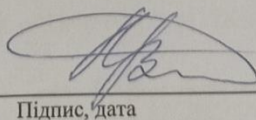
Нормоконтролер



Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:  
зав. кафедри автоматизації  
та комп'ютерно-інтегрованих  
технологій



Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

« 17 » червня 2022 р.

Хмельницький 2022

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Освітній рівень бакалавр

Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування

Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня програма освітньо-професійна програма підготовки бакалавра

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри АІІТ

М. М. Маринюк В.В.  
02.02.2022

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Рижков Ігор Сергійович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Пристрій керування завантаженням бункеру сипучих матеріалів

Керівник роботи МАРТИНЮК Валерій Володимирович

доктор техн. наук, професор

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом ректора університету від 01.03.2022р. № 18

2. Строк подання студентом проекту на кафедру: 01.06.2022р.

3. Вихідні дані до проекту завдання на виконання кваліфікаційної роботи

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

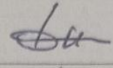
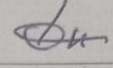
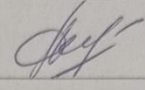
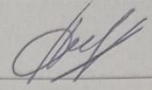
Огляд методів розв'язання поставленої задачі, Розробка схемотехнічних рішень

Розробка алгоритму роботи програмного забезпечення, висновки

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) 12-15

презентаційних слайдів

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

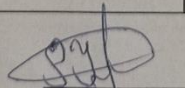
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагиат	Микола ФЕДУЛА к.т.н., доцент		
Нормоконтроль	Людмила КОРЕЦЬКА к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання 02 03 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

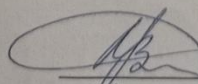
Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Вибір та затвердження теми кваліфікаційної роботи; розробка завдання на кваліфікаційну роботу; складання календарного графіка виконання кваліфікаційної роботи	15.02.2022	<i>Виконано</i>
2 Вивчення предметної області, в якій планується використання системи автоматизації; аналіз вимог до системи автоматизації	15.03.2022	<i>Виконано</i>
3 Проектування та розробка загальної архітектури і структури системи автоматизації, інтерфейсу користувача; вибір засобів реалізації системи автоматизації	29.03.2022	<i>Виконано</i>
4 Програмна реалізація та тестування системи автоматизації	12.04.2022	<i>Виконано</i>
5 Написання тексту пояснювальної записки та розробка графічних матеріалів	19.04.2022	<i>Виконано</i>
6 Остаточне коригування кваліфікаційної роботи з урахуванням зауважень керівника; оформлення кваліфікаційної роботи як документа відповідно до вимог	11.04.2022	<i>Виконано</i>
7 Отримання супровідних документів (відгуку керівника, рецензії, довідки про перевірку на плагіат); нормоконтроль	30.05.2022	<i>Виконано</i>
8 Підготовка до захисту та захист кваліфікаційної роботи	10.06.2022	<i>Виконано</i>

Студент

  
Підпис

І.С. Рижков  
Ініціали, прізвище

Керівник роботи

  
Підпис

В.В. Мартинюк  
Ініціали, прізвище

## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Пристрій керування завантаженням бункеру сипучих матеріалів».

Автор роботи: Рижков Ігор Сергійович.

Керівник роботи: Мартинюк Валерій Володимирович

Пояснювальна записка: 65 с., 35 рис., 24 табл., - дод., 13 джерел.

Графічна частина: 15 презентаційних слайдів.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ, АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ,  
БУНКЕР СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ, МІКРОКОНТРОЛЕРНЕ КЕРУВАННЯ.

Метою роботи є розробка функціональної схеми АСУ ТП бункерування сипких матеріалів.

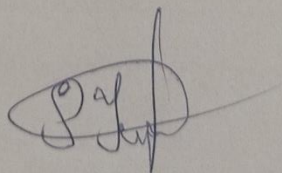
У роботі наведено розробку функціональної схеми АСУ ТП бункерування сипких матеріалів відповідно до технічного завдання.

Відповідно до розробленої функціональної схеми, визначено необхідне обладнання, необхідне для реалізації АСУ ТП, після чого обрано усі необхідні компоненти системи.

Після вибору необхідного обладнання проектованої системи автоматизації розроблено принципову електричну схему з'єднань та скомпонувано вибрані елементи у двох шафах електроавтоматики.

Заключним етапом розроблено структурну схему системи та моделювання.

Підпис студента



Дата

## ЗМІСТ

ЗМІСТ.....	2
ВСТУП .....	4
1 ПЕРЕВІРКА ДОЗАТОРІВ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ .....	5
1.1 Класифікація дозаторів.....	5
1.2 Особливості конструкції розподільника .....	6
1.3 Переваги та недоліки використання системи бункерування.....	9
1.4 Висновки до першого розділу .....	12
2 РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ БУНКЕРУВАННЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ .....	13
2.1 Обґрунтування структурної схеми.....	13
2.2 Вибір редуктора та електродвигуна шнеків.....	15
2.3 Вибір силового електроустаткування.....	19
2.2.1 Вибір перетворювача частоти.....	19
2.2.2 Вибір контакторів, автоматів захисту та силових кабелів .....	26
2.3 Вибір датчиків та елементів вимірювальної системи .....	40
2.3.1 Вибір датчиків ваги.....	41
2.3.2 Вибір нормуючого пристрою .....	42
2.3.3 Вибір кінцевих вимикачів .....	44
2.4 Вибір елементів системи керування .....	46
2.4.1 Малий модульний ПЛК Tecomat Foxtrot.....	47
2.4.2 Вибір персонального комп'ютера.....	52
2.5 Висновки до другого розділу .....	53

						<b>КВРАКІТ.2019068.01.09.ПЗ</b>				
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Пристрій керування завантаженням бункеру сіпучих матеріалі			Літ	Лист	Листів
Розроб.	Рижков І.С.			18.06.19				2		
Перевір.	Мартинюк В.В.			17.06.19	<b>ХНУ</b>					
Н. Контр.	Ковбасюк М.О.			18.06.19						
Затв.	Мартинюк В.В.			17.06.19						

3 Структурна схема системи управління процесом бункерування та її дослідження на імітаційній моделі.....	54
3.1 Оптимізація контуру ваги .....	54
3.2 Дослідження системи бункерування на імітаційній моделі .....	57
3.3 Розробка схеми електричних з'єднань .....	59
3.4 Вибір шафи електроавтоматики та її компоновка.....	60
3.5 Висновки третього розділу.....	62
ВИСНОВОК.....	63
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ .....	64

## ВСТУП

Продуктивність праці та ефективність виробництва значною мірою залежать від ступеня автоматизації технологічних процесів, а для харчової та переробної промисловості найважливішою є достовірність потоків сировини та інформації про якість продукції.

За ступенем автоматизації процес ділиться на:

- автоматичний;
- автоматизація;
- ручні.

Тому, особливо з метою зниження транспортних витрат на транспортування сипучих матеріалів, стоїть завдання розширити перемішування сипучих матеріалів. Через високі вимоги до продуктивності рослин і точності дозування виникла потреба в розробці системи дозування та змішування сипучих матеріалів ACSYS ТП.

Основні вимоги до наповнення та змішування сипучих матеріалів ACS TP такі:

- точність бункерування сипких матеріалів  $\pm 3\%$ ;
- продуктивність за годину (1 година) – 150 тонн.

					<i>КВРАКІТ.2019068.01.09.ПЗ</i>	
		<i>№ локум.</i>	<i>Пілпис</i>			4

# 1 ПЕРЕВІРКА ДОЗАТОРІВ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ

## 1.1 Класифікація дозаторів

Експерти виділили такі типи дозаторів сипучих матеріалів:

- шнек;
- тривимірні;
- багато;
- прості гирі;
- бичачий.

Спіральні дозатори не дуже точні. З метою підвищення точності такого обладнання рекомендується використовувати логічну систему управління. Головною перевагою цього пристрою є його проста конструкція, тому пристрій легко розбирати, мити та чистити.

Об'ємні дозатори рідко використовуються для вимірювання твердих сипучих матеріалів. Вони мають значні похибки зважування, але прості в експлуатації та обслуговуванні. Обсяг вимірюваної дози сильно залежить від тиску і температури, що є серйозним недоліком цієї методики.

Масорозподільники часто використовуються для вимірювання сипучих матеріалів з різними фракціями. Вони мають високу точність дози, оскільки їх похибка становить менше 0,2%. Доза не залежить від тиску та температури, покращуючи точність вимірювань у будь-якому виробничому середовищі. Пристрій складається з витратоміра Коріоліса, клапана та блоку управління. Надійні та надійні силоси для силосів для металургійної, харчової, фармацевтичної та нафтогазової промисловості.

Прості вагові дозатори універсальні і можуть вимірювати дози від кількох грамів до сотень кілограмів. Виходячи з фізико-хімічних властивостей досліджуваних матеріалів, вони мають відсоткову похибку 0,3%. Багатоголовкові дозатори використовуються на великих промислових

					<i>КВРАКІТ.2019068.01.09.ПЗ</i>	5
		<i>№ локум.</i>	<i>Пілпис</i>			

підприємствах. Їх принцип роботи заснований на автоматичному підборі комбінації кількох бункерів різної місткості. Така конструкція забезпечує високу точність вимірювань.

## 1.2 Особливості конструкції розподільника

Диспенсер для сипучих продуктів - це контрольно-вимірювальний прилад, робота якого повністю автоматизована. Пристрій складається з наступних елементів:

- Обладнання, що відповідає за транспортування продукту (шнек, конвеєр тощо);
- Система контролю, яка контролює саму процедуру впорскування, включаючи вагу, швидкість потоку, швидкість подачі тощо матеріалу, що підлягає випробуванню;
- Бункер для витратних матеріалів, який доставляє кількісний продукт певними порціями.

Лічильник працює без участі людини. Пристрій просто налаштовується відповідно до заданих параметрів, а потім контролює результати на контрольній точці.

Зважування є одним з найбільш точних і популярних методів управління, доступних сьогодні. Заправка є дуже важливою частиною виробництва, оскільки від точності заправки компонентів часто залежить якість майбутньої продукції. Ручна подача дуже непрактична, тому у виробництві використовуються спеціальні машини – дозатор клею.

Диспенсери здатні дозувати точно визначені порції речовин, і вони можуть виготовляти різні суміші за заданою програмою. Більш сучасні моделі також допускають різні терміни та логічні послідовності заправки.

					<i>КВРАКІТ.2019068.01.09.ПЗ</i>	6
		<i>№ локум.</i>	<i>Пілпис</i>			



Рисунок 1.1 – Видгляд дозатора дискретного

Різні типи подачі матеріалів для дозуючої машини

Дискретні дозатори - це дозатори, які доставляють матеріал заздалегідь визначеними порціями протягом певного періоду часу. Частота подачі і розмір порції встановлюється програмою.

Розподільник безперервної дії, в який безперервно подається матеріал. Кількість корму регулювали шляхом зміни швидкості та часу подачі.

Існують дозатори для сипучих і рідких матеріалів.

Вагові дозатори для сипучих матеріалів є дуже зручним рішенням для виробництва, пов'язаного із змішуванням, пакуванням та іншими процесами. Надзвичайно висока точність вимірювань (до 0,1%) значно прискорює виробничий процес і полегшує роботу співробітників.

					<i>КВРАКІТ.2019068.01.09.ПЗ</i>	7
		<i>№ докум.</i>	<i>Піппіс</i>			

Ваги для рідких матеріалів – це обладнання для подачі та точного дозування рідких компонентів у виробництві. Вагові дозатори для води та рідких інгредієнтів повинні забезпечувати певну масову кількість. Крім того, таке обладнання повинно мати дуже високу точність заправки і продуктивність. Деякі моделі можуть бути оснащені можливістю змішування рідин для досягнення потрібної температури.

Принцип роботи машини для розливу рідких матеріалів приблизно такий же, як і у машини для розливу сипучих матеріалів. Матеріал надходить у дозатор із вагового бункера, який відмірює необхідну кількість матеріалу за вагою. Після цього деталі транспортуються до розвантажувального клапана і вивантажуються в контейнер.

Користувачі комбінованих вагових або мультидиспенсерів, а також мультидиспенсерів у повсякденному житті прагнуть з високою точністю роздавати харчові та нехарчові сипучі або блокові продукти. Багатоголовка працює принципово інакше, ніж класичні розподільники ваги, які використовуються для лінійних розподільників ваги. Класичні вібраційні дозатори подають дозований продукт у вагові відра. Датчик ваги (зазвичай тензодатчик) з високою тактовою частотою 9-15 МГц. Його опитує мікропроцесор вагового терміналу, і на основі зміни частоти сигналу, що повертається, створюється алгоритм відображення ваги на дисплеї вагового контролера та контролю роботи пакувальної машини або іншого обладнання. . обладнання. Встановлюючи потрібну вагу перед зарядкою, оператор налаштовує контролер відповідно до комбінації сигналів, які вказують на надмірну вагу у відрі. На контролері ваги ви можете налаштувати алгоритм вібрації товарного піддону: прогресивний (тобто вища вібрація для грубої засипки, низька точність заповнення) або плавний (менше вібрації для отримання потрібної ваги), вібрація відкладеного старту, програмування пам'яті шаблону продукту , помилки тощо[]

Довгий або бочковий режим, або також відомий як комбінований режим, підходить для більш складних алгоритмів і забезпечує більш високу точність і швидкість, ніж режим лінійного заповнення, описаний вище. У центрі багатоголовкового дозатора є конічний вібратор, який врівноважує та розподіляє потік продукту на радіально розташованих вібраційних лотках, індивідуально регулюючи кожен продукт та дозу. Радіальні вібраційні каструлі лише попередньо заповнюють каструлі великої амплітуди, не зважаючи на продукт. Якщо заздалегідь підготовлені дози вже порожні, тобто порожні, заздалегідь підготовлені дози одночасно вивантажують у відро меншої ваги через кілька відер. Кожного разу, коли він скидається, дозатор одночасно поповнює випущену бочку попередньою дозою. Після кожного циклу скидання та заповнення порожнього відра дозатор переходить у режим фільтрації, коли сигнал ваги не надходить до процесора протягом короткого часу, виникає так званий «затишся відра», який гасить вібрації та резонанси. Відро і відро. Звичайний користувач машини готовий точно виміряти вагу у відрі. Процесор вагового дозатора опитує датчик вагового ковша і порівнює метрику з перевіреним нульовим рівнем.

### 1.3 Переваги та недоліки використання системи бункерування

Вагові дозатори для вимірювання сипучих продуктів мають багато переваг. Використання класичних вимірювань ваги (грами, кілограми тощо) значно розширює композиційний діапазон інгредієнтів. Тому він дуже поширений. Незалежно від оцінки, він може вимірювати різні продукти. Пристрій дуже точний. Завдяки мінімальним похибкам якість вимірювань покращується, що призводить до економії продукції. Дозатор має широкий діапазон регулювання. Ви можете встановити потрібну вагу і здійснити пакування або виробництво за всіма необхідними технічними критеріями. Більшість вагових дозаторів оснащені вібраційними елементами (наприклад,

					<i>КВРАКІТ.2019068.01.09.ПЗ</i>	9
		<i>№ локум.</i>	<i>Пілпис</i>			

вібраційними піддонами), тому їх можна використовувати не тільки для вимірювання сипучих вантажів, але й для тих, які можуть просто прилипнути до стінок бочок.

Цей дозатор має чотири переваги. По-перше, використання традиційних методів вимірювання ваги споживачів значно розширило асортимент дозованих продуктів. Великий об'ємний дозатор не дозріє в порівнянні з об'ємом – 100 грам солі або 100 грам горіхів, для нього проблема заправки для зміни продукту неактуальна. Тому вагові дозатори є більш універсальними, ніж розсипні дозатори.

По-друге, зважування начинки є більш точним, ніж зважування насипу, і, враховуючи можливість грубого та точного наповнення, можна сказати, що ваговий дозатор за якістю наповнення значно перевищує обсяг. Ви можете налаштувати необхідний допуск.

По-третє, діапазон регулювання гравіметричного дозатора не контрастує з обсягом. Ні +/- 30%: якщо вам потрібно запакувати продукт в упаковку по 100 г, установіть потрібне значення на EUB, збільште упаковку до 1000 г - просто знову змініть значення на EUB, передумайте та упакуйте. Зменшено до 50 грам - дозатор може відміряти і таку вагу.

Останній, четвертий, в основному включає питання про відсутність на складі сипучих продуктів. Для віброплити, яка подає продукт у бочку, потік продукту не має значення – навіть якщо родзинки прилипнуть до стінки і продовжують рухатися під дією вібрації, вони впадуть у бочку. Для бочки важлива вага продукту, а не його об'ємне розташування.

Недоліків у цього дозатора, як і переваг, також три. Залежно від ситуації перевага може бути як перевагою, так і недоліком.

Недоліки об'ємних дозаторів.

Перший недолік - спосіб заправки - але в нашому житті вага продукту зустрічається частіше, ніж обсяг. Коли покупець купує зерно, цукор, чай або насіння, його більше хвилює їх вага, ніж кількість, яку він займає. Продуктів,

які ми звикли вимірювати за об'ємом, дуже мало, але це рідкі продукти, а не сипучі продукти.

Тож маємо ситуацію, коли при зміні кількості заправки продукту змінюється і вага розфасованого продукту. Наприклад, якщо у вас розфасовані насіння, об'єм «чашки» дозатора дорівнює вазі 500 грамів насіння. Якщо ви раптом вирішите упакувати гречку в один і той же дозатор, то пачка буде значно більше заявлених 500 грам через більшу щільність, а Обсяг «стакан». Тож або ми отримуємо нестандартну упаковку від нестандартних покупців, або доводиться замінювати сам дозатор. Звичайно, можна «грати» з кількістю «очків», але є й другий недолік.

Другим недоліком є невеликий «чашковий» діапазон регулювання ємності дозатора. Як було сказано раніше, «стакан» об'ємного дозатора складається з двох частин, які можна переміщати один відносно одного для регулювання обсягу. Але правда в тому, що конструкція дозатора дозволяє регулювати обсяг «стаканів» лише в межах +/- 30%. Тобто, якщо ви замовляєте дозатор для пакування, наприклад, пакет цукру 100 г, це означає, що «чашка» вашого диспенсера містить 100 г цукру, і ви можете додати або відняти до 30 г. Тому не можна класти цукор в упаковку 200 г

Нарешті, третій недолік – дозатор не підходить для наповнення сипучих продуктів. Це означає, що при зміні об'єму заповнення продукту необхідно враховувати узгодженість його плинності з еталонним і використовувати збалансований продукт, де це можливо. Інакше дозатор може не надати необхідну дозу. Наприклад, фасування гречки не завадить вам пакувати рис в той же дозатор, але якщо ви спробуєте «запхати» родзинки в дозатор, обережно прилипаючий до стінки, або кукурудзу на качанах, з невеликим потоком, не варто очікувати позитивного впливу. , буде нульовим.

Недоліки вагових дозаторів.

Враховуючи описані переваги, використання об'ємного дозатора здається безглуздом, оскільки вага перевищує всі стандарти. Це не зовсім вірно, оскільки розділювачі ваги також мають свої недоліки. Як було сказано раніше, недоліком вагрозподільників є їх складна конструкція. В принципі, мінусів всього два, але вони досить серйозні.

Перший недолік – швидкість роботи дозатора. Якщо об'ємний дозатор може демонструвати продуктивність 38 доз за хвилину, то ваговий дозатор з ваговим відром («потік») може «доставити» не більше 10 доз за хвилину. Отже, щоб показати продуктивність на рівні гучності, подільник ваги повинен мати принаймні 4 «потоки». У цьому випадку відобразиться другий відсутній подільник ваги.

Другий мінус - ціна. Навіть диспенсер з ваговим «потокком» приблизно на 15% дорожчий за об'ємний дозатор, якщо ви говорите про дозатор з 4 «потоками», різниця в ціні буде більш ніж в 4,5 рази. За цими двома показниками (швидкість і ціна) роздільник ваги значно поступається за кількістю.

#### 1.4 Висновки до першого розділу

Розглянуто задачі бункерування сипучих матеріалів. Показано що вона невід'ємно пов'язана із задачею дозування. Розгляну різні види дозаторів. Визначені переваги і недоліки різних видів бункерування.

## 2 РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ БУНКЕРУВАННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

### 2.1 Обґрунтування структурної схеми

Для забезпечення високої надійності апаратно-програмний комплекс повинен містити не менше трьох рівнів. Нижній шар містить датчики та виконавчі механізми. Середній рівень включає в себе контролер управління. Верхній рівень — автоматизована робоча станція оператора на базі ПК.

Технічний процес заправки вимагає максимальної точності при заправці при заданому темпі виробництва. Функціональна блок-схема системи автоматизації процесу розливу сипучих матеріалів наведена на рисунку 2.1.

На рисунку 2.1 прийняті такі позначення:

ПЧ – перетворювач частоти;

КМ – контактор;

НСУ – нормуючий підсумовувач, що підсумовує;

М – асинхронний двигун;

ТДВ – тензодатчик ваги;

ШП-шнековий живильник;

РБ-видатковий бункер;

SQC – кінцеві вимикачі (SQC1 – SQC4).

На вході вагового регулятора, що виконується програмно в контролері, сигнал завдання додається до ваги, отриманої сигналом від нормалізуючого підсилювача, пропорційно поточній вазі. Вихід регулятора ваги пов'язаний з частотою перетворювача і, отже, зі швидкістю обертання двигуна-редуктора шнекового живильника. У міру заповнення бункера різниця між заданою і фактичною вагою в бункері зменшується, зменшуючи швидкість

електроприводу. Вимкнення двигуна на низьких обертах позитивно впливає на точність заправки.

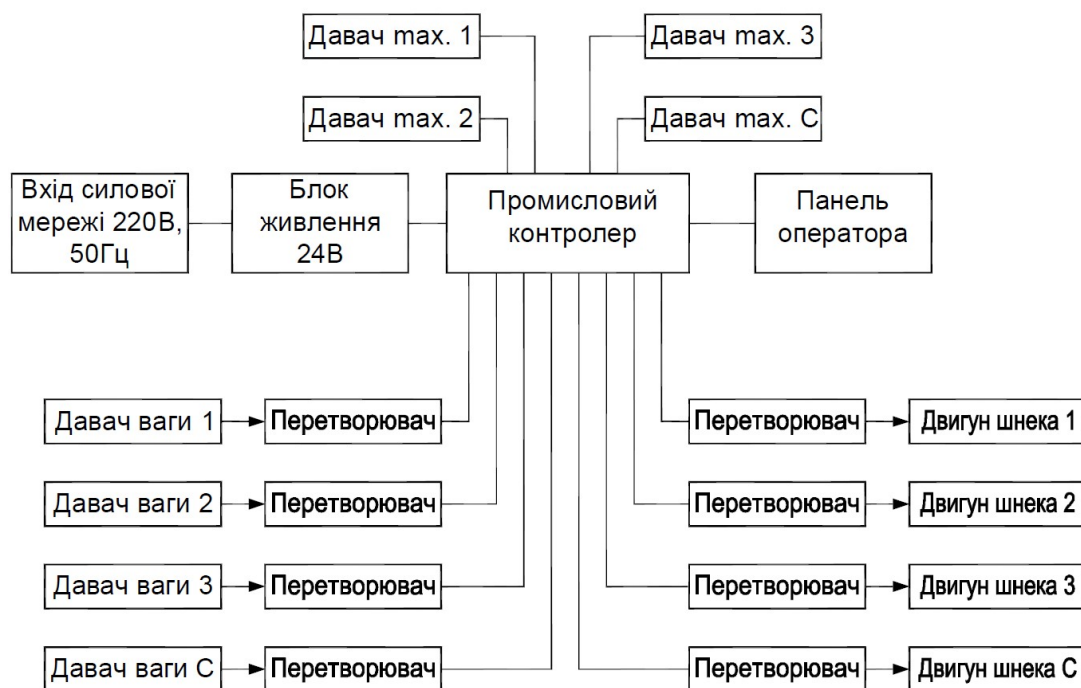


Рисунок 2.1 – Структурна схема автоматизованого пристрою бункерування

Після закінчення першого шнека починає працювати другий шнек і так далі, доки не буде заповнений роздільник бункера. Після того, як дозуючий бункер заповнений і всі шнеки вимкнені, керуючий сигнал надсилається на блок живильника з реверсом, який включає двигун із засувкою та вмикає його. Всі дозовані матеріали засипаються в бункерний змішувач. Змішувач працює у встановлений час, а коли час змішування закінчується, двигун змішувача вимикається і відкривається замок бункера змішувача. Також включається двигун транспортування готової продукції. Конвеєр готової продукції запрацює у встановлений час.

Відповідно до функціональної схеми в процесі проектування необхідно вибрати наступне обладнання.

Двигуни шнекових живильників;

Перетворювач частоти;

Пускову апаратуру;  
Тензо-датчики ваги, датчики положення;  
Нормуючий підсумовуючий підсилювач;  
Кабелі, автоматичні вимикачі;  
Блоки живлення;  
Контролер, блоки релейної комутації та комп'ютер.

## 2.2 Вибір редуктора та електродвигуна шнеків

При проектуванні системи подачі сипучих матеріалів необхідно підібрати відповідну потужність двигуна і швидкість обертання шнека.

Параметри механізму та необхідну продуктивність системи можуть бути відомі з еталонних умов проектування. Продуктивність шнекового живильника пропорційна швидкості обертання механізму, а формула його розрахунку:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot S \cdot n \cdot \varphi \cdot 60, (m^3 / ч) \quad (2.1)$$

де  $D$  – зовнішній діаметр шнека;

$d$  – діаметр валу;

$S$  – крок гвинта шнека;

$n$  – швидкість обертання шнекового живильника;

$\varphi$  – Коефіцієнт продуктивності.

Для горизонтального шнека пасивна область повністю розміщується на шнеку за умови  $S/D \leq 1$  і відтак застосовна формула:

Для того щоб визначити швидкість обертання шнекового живильника, яка потрібна для забезпечення заданої продуктивності системи, виражаємо її з формули (2.1):

$$n = \frac{K_3 \cdot Q'}{\frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot S \cdot \varphi \cdot 60}, (\text{об} / \text{мин}) \quad (2.3)$$

де  $K_3$  - коефіцієнт запасу,  $K_3 = 1,1-1,3$ ;

$$\varphi = 0,87 \cdot \left( 1 - 0,237 \cdot \left( \frac{S}{D} \right)^2 \right) \quad (2.2)$$

$$Q' = \frac{Q}{\gamma_0} = \frac{150 \cdot 10^3}{800} = 187,5 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$\varphi = 0,87 \cdot \left( 1 - 0,237 \cdot \left( \frac{0,2}{0,4} \right)^2 \right) = 0,818$$

Тоді за формулою (2.2) розраховуємо швидкість обертання шнекового живильника:

$$n = \frac{1,23 \cdot 187,5}{\frac{\pi}{4} \cdot (0,4^2 - 0,1^2) \cdot 0,2 \cdot 0,818 \cdot 60} = 200 \text{ об} / \text{мин.}$$

Секундна продуктивність

$$Q^c = \frac{K_3 \cdot Q}{3600}, \text{ м}^3 / \text{с} \quad (2.4)$$

$$Q^c = \frac{1,23 \cdot 187,5}{3600} = 0,064 \text{ м}^3 / \text{с.}$$

Питома витрата енергії

$$A = \frac{2 \cdot \pi \cdot \mu \cdot L \cdot \gamma_0 \cdot g}{\frac{S}{D}}, \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}, \quad (2.5)$$

$$A = \frac{2 \cdot \pi \cdot \mu \cdot L \cdot \gamma_0 \cdot g}{\frac{S}{D}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,8 \cdot 5 \cdot 1500 \cdot 9,81}{\frac{0,2}{0,4}} = 3,945 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3},$$

де  $\mu = 0,8$  - коефіцієнт тертя;

$L$  - довжина шнека;

$\gamma_0$  - Насипна об'ємна маса матеріалу (кг/м<sup>3</sup>).

Розрахункова потужність на валу приводу

$$N = Q^c \cdot A, \text{ кВт}, \quad (2.6)$$

$$N = 0,064 \cdot 3,945 \cdot 10^5 = 25,3 \text{ кВт}.$$

Розрахунковий момент опору на валу

$$M = \frac{N}{\omega_{\text{расч}}}, \text{ кНм} \quad (2.7)$$

$$M = \frac{N}{n/9,55} = \frac{25,3}{200/9,55} = 1,208 \text{ кНм}.$$

Умови вибору електродвигуна, редуктора та мотор-редуктора:

Потужність електродвигуна:  $P_H \geq N$ ;

Швидкість обертання валу:  $n_H \geq n$ .

Приймаємо мотор-редуктор:

циліндричний двоступінчастий 2МРЦ-200

Таблиця 2.1 - Параметри мотор-редуктора 2МРЦ-200.

1	2
Передавальне число	6,3 - 20
Діапазон частот обертання вихідного валу для регульованого виконання, об/хв	72-230
Крутний момент на вихідному валу, Н·м	1255 - 3980
Тип двигуна	AIP180M4
Номінальна частота двигуна, об/хв	1440
Маса	514
Ціна, грн	договірна від 32000
Разом, грн	8x32000 = 256000

Виставляємо на мотор-редукторі передатне число, що дорівнює 6,3 зі швидкістю 230 об/хв.

Основні характеристики двигуна зведені до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Паспортні дані AIP180M4

$U_H$ , В	$P_H$ , КВт	$\eta_n$ , %	$\cos \varphi_n$	$S_n$ , %	$n_H$ , про/х в	$\frac{M_{пуск}}{M_n}$	$\frac{M_{max}}{M_n}$	$\frac{M_{min}}{M_n}$	$\frac{I_n}{I_n}$	Маса, кг
380	30	92	0,87	2,0	1440	1,7	2,7	1,5	7	190

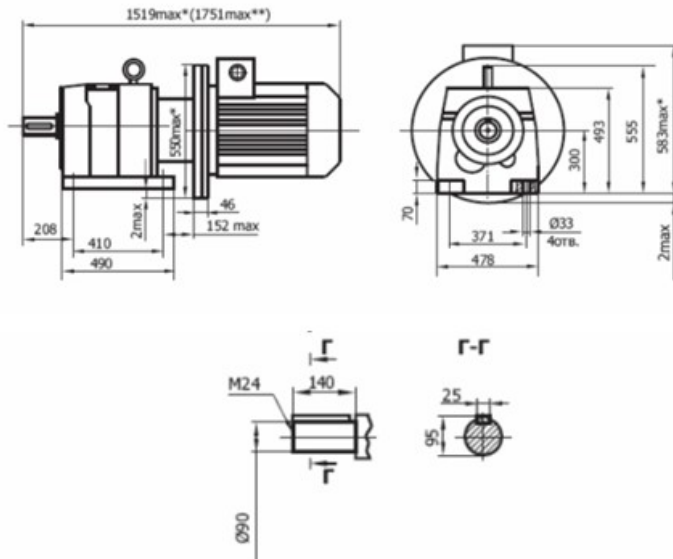


Рисунок 2.2 – Габаритні та приєднувальні розміри 2МРЦ-200

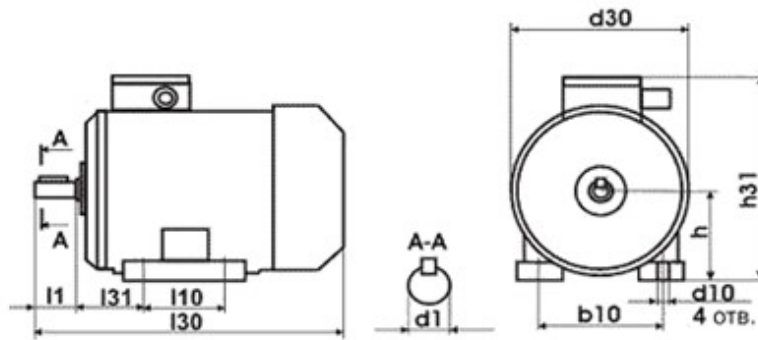


Рисунок 2.3 – Габаритні та приєднувальні розміри АІР180М4

## 2.3 Вибір силового електроустаткування

### 2.2.1 Вибір перетворювача частоти

Оскільки процес не вимагає одночасної роботи двох або більше шнеків, усі двигуни послідовно підключаються до одного перетворювача частоти через перемикач силового пускача.

Вибраний інвертор повинен бути розрахований на потужність мотор-редуктора, тобто. 30 кВт

		№ локум.	Піппис	



Продовження таблиці 2.3 - Паспортні дані ПЛ

Номінальний струм навантаження Ін, А	75
Мережа живлення:	3x380 В, +10%, -15%, 50 (60) Гц ± 2% (із заземленою або ізольованою нейтраллю)

Продовження таблиці 2.3 - Паспортні дані ПЛ

Вихідна напруга	3х(0...380 В) ± 2% (значення макс. вихідної напруги програмується)
Коефіцієнт корисної дії	не менше 0,95 (без двигуна)
коефіцієнт потужності	не менше 0,95
Умови навколишнього середовища:	робоча температура +1 ... +40 ° С, вологість (без конденсації) до 90%.
Короткочасне допустиме відхилення напруги мережі живлення, при якому електропривод зберігає працездатний стан	-40%
Опір ізоляції гальванічно не пов'язаних ланцюгів і щодо корпусу, щонайменше	10 МОм
Електрична міцність ізоляції	2500, 50 Гц, протягом 1 хв
Опції внутрішні	до 6 аналогових входів; до 2 аналогових виходу; до 6 дискретних входів; до 6 релейних виходів; до 2-х каналів інтерфейсу RS485 стандарту Modbus.
Ступінь захисту	IP21



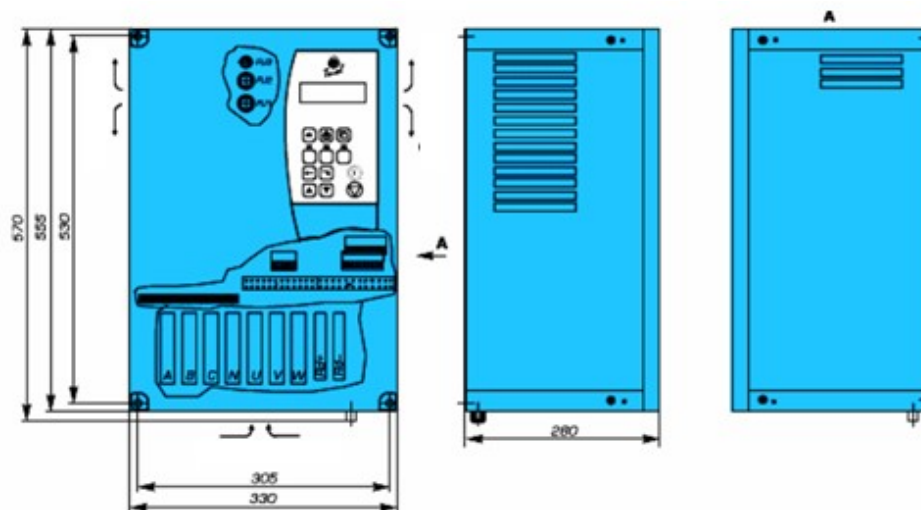


Рисунок 2.4 – Габаритні та приєднувальні розміри АТ06-37 виконання ІР21  
(основне виконання)

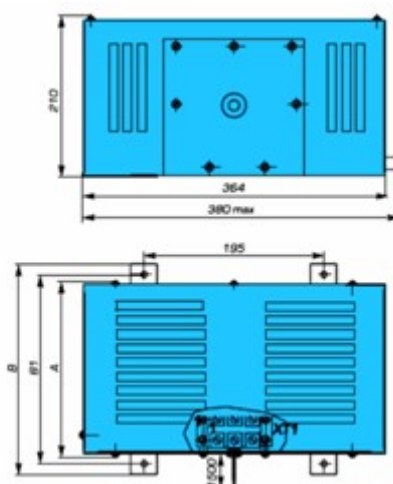


Рисунок 2.5 – Габаритні та приєднувальні розміри блоку гальмівного  
резистора (БТР11.1)





Таблиця 2.6 – Параметри автоматів захисту та контакторів та проводів

Двигун			Автомат захисту	Контактор		Дріт	
				Напруга ланцюга керування 24 DC/220 AC			
позначення на схемі, призначення	потужність кВт	струм А	тип	тип	Перетин, мм <sup>2</sup>	тип	
М1 – М8, ШП	30	57	СТІ 100	СІ 61	16	КДЕШ (3x16+1x10)	
М9, засувка дозатора	0,75	2	СТІ 15	СІ 9DC 24	1,5	КМ (3x1,5+1x1,5)	
М10, розпушувач	2,2	5	СТІ 15	СІ 9DC 24	1,5	КМ (3x1,5+1x1,5)	
М11, змішувач	37	72	СТІ 100	СІ 73	35	КГ (3x25+1x10)	
М12, засувка змішувача	1	2	СТІ 15	СІ 9DC 24	1,5	КМ (3x1,5+1x1,5)	
М13,	5,5	12	СТІ 15	СІ 15DC 24	4	КМ	

транспортер						(3x4+1x2, 5)
QF1, мережевий вимк.		14 9	NS160N: TM160D		50	КМ (3x50+1x16)
QF8 – QF10		1	СТІ 15			

Випишемо характеристики контакторів і автоматів захисту таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 - Характеристики контакторів, автоматів захисту

код замовлення	тип	кількість	Ціна, грн	модифікація, характеристики	призначення
037Н306132	СІ 61	8	5034	30,0 кВт/380 В/50 Гц, I=60 А, 3 контакти (3 NO)	для двигунів М1-М8
047В3014	СТІ 100	1	12760	380 В/50 Гц, I=40,00 - 63,00 А, 3 контакти (3 NO)	автомат QF2
037Н807166	СІ 9DC 24	3	940	4,0 кВт/380 В/50 Гц, I=9,0 А, 3 контакти (3 NO)	для двигунів М9, М10, М12

Продовження таблиці 2.7 - Характеристики контакторів, автоматів захисту

047В3055	СТІ 15	2	1677	380 В/50 Гц, I=1,6 - 2,5 А, 3 контакти (3 NO)	для двигунів М9, М12
047В3057	СТІ 15	1	1788	380 В/50 Гц, I = 4,0 - 6,3 А, 3 контакти (3 NO)	для двигуна М10
037Н306232	СІ 73	1	5750	37,0 кВт/380 В/50 Гц, I=72 А, 3 контакти (3 NO)	для двигуна М11
047В3015	СТІ 100	1	12760	380 В/50 Гц, I = 63,0 - 90,0 А, 3 контакти (3 NO)	
037Н807666	СІ 15DC 24	1	1830	7,5 кВт/380 В/50 Гц, I=16 А, 3 контакти (3 NO)	для двигуна М13
047В3059	СТІ 15	1	1966	380 В/50 Гц, I=10,0 - 16,0 А, 3 контакти (3 NO)	

Кунець таблиці 2.7 - Характеристики контакторів, автоматів захисту

037H0112	CB-NC	2	110	додаткові контакти (1 NC)	для контакторів двигунів M9, M12
037H0111	CB-NO	4	110	додаткові контакти (1 NO)	для контакторів двигунів M9, M10, M12, M13,
037H3067	CBD S-NO	9	254	додаткові контакти (1 NO)	для контакторів двигунів M1-M8, M11
30630	NS160N: TM160D	1	9355	380/50 Гц, I=160,0 А, 3 контакти (3 NO)	автомат QF1, мережевий вимикач (Постачальник 2)
047B3054	CTI 15	3		220 В/50 Гц, I = 1,0 - 1,6 А, 2 контакти (2 NO)	автомат QF8 - QF10
Разом, грн		95601			

де NO - замикаючий контакт,

NC – контакт, що розмикає.

Габарити та зовнішній вигляд контакторів, автоматів захисту наводжу нижче.

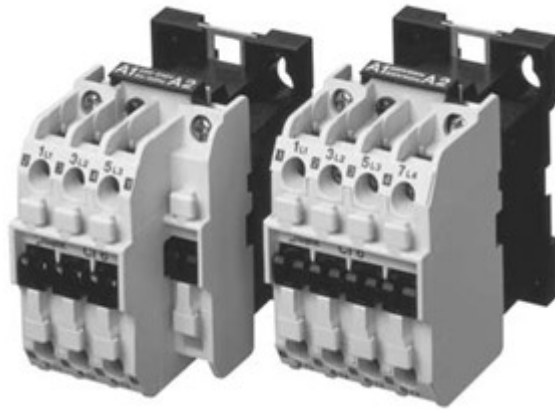


Рисунок 2.6 – Контактор CI 6 – 50



Рисунок 2.7 – Контактор CI 9–30 DC



Рисунок 2.8 – Блок додаткових контактів СВ для CI 6–50

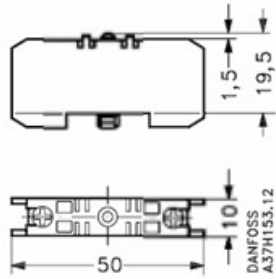


Рисунок 2.9 – Габарити блоку додаткових контактів СВ для CI 6–50

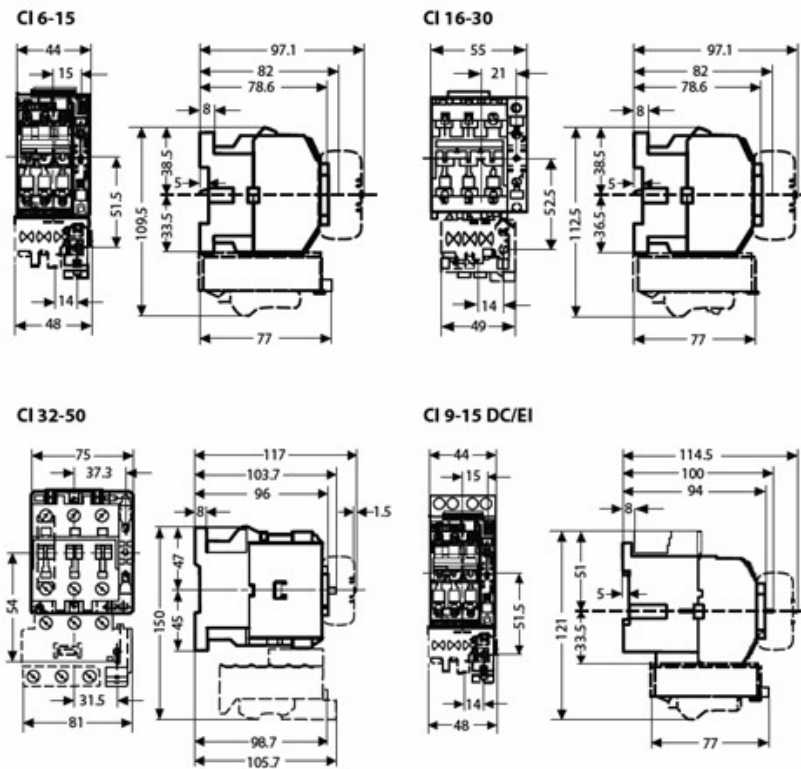


Рисунок 2.10 – Габарити контактора CI 6-50, CI 9-15 DC/EI



Рисунок 2.11 – Контакттор CI 61 – 86



Рисунок 2.12 – Блок додаткових контактів CBD S-xx для CI 61–86

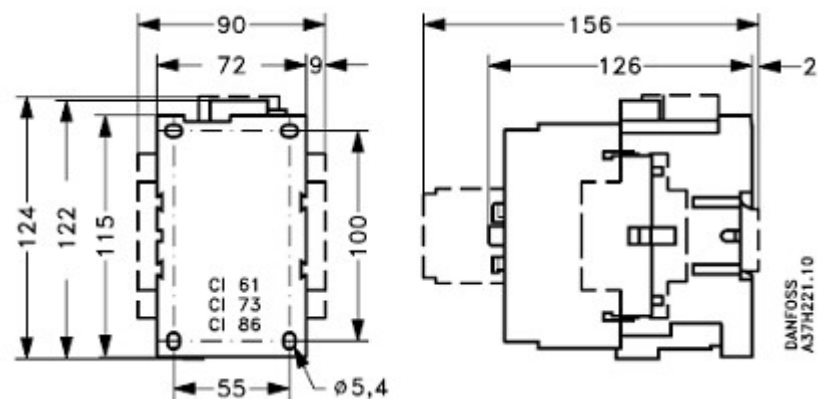


Рисунок 2.13 – Габарити контактора CI 61, 73, 86



Рисунок 2.14 – Автомат захисту CTI 15

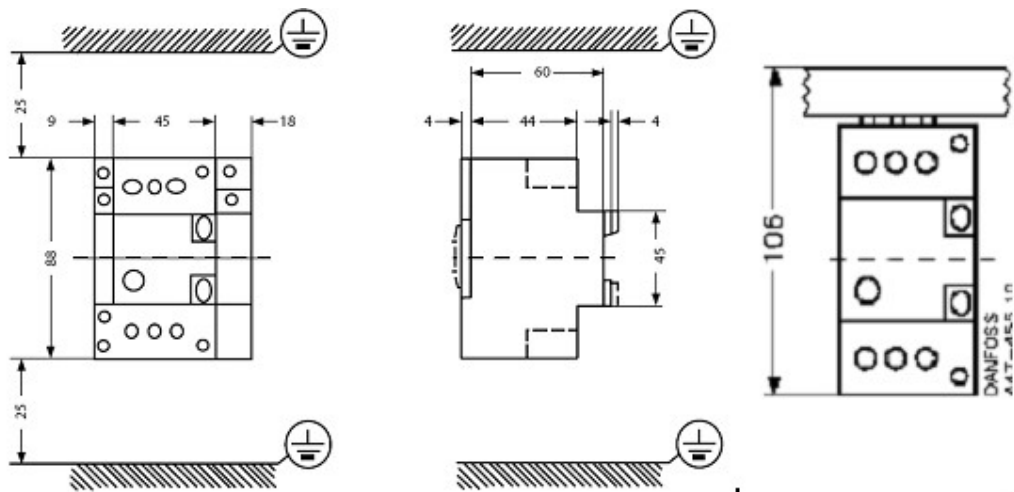


Рисунок 2.15 – Габарити автомата захисту СТІ 15



Рисунок 2.16 – Автомат захисту СТІ 100

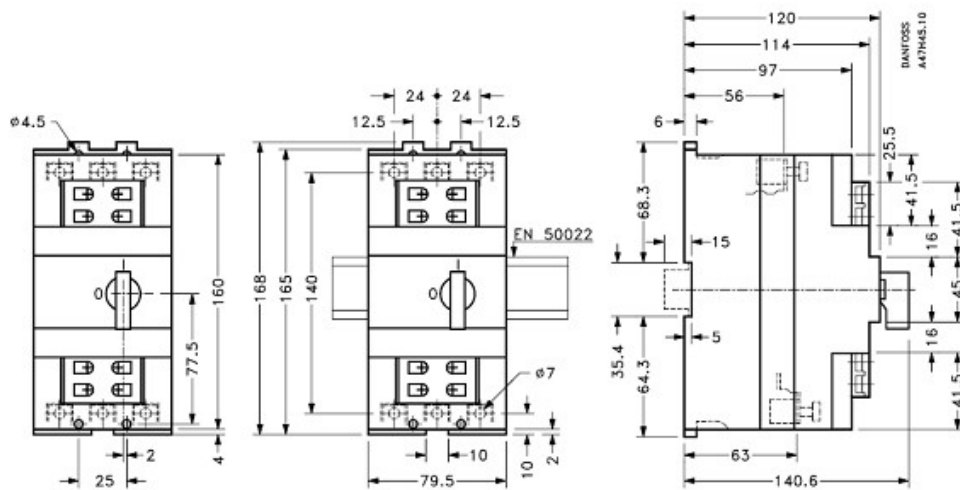


Рисунок 2.17 – Габарити автомата захисту СТІ 100

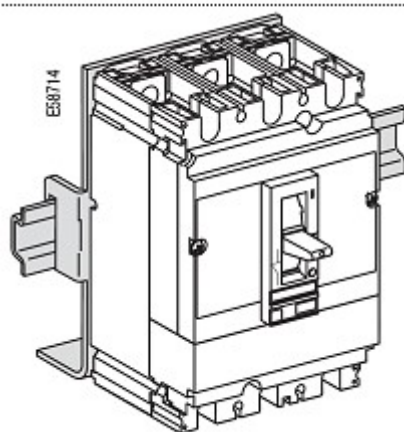


Рисунок 2.18 – Автомат захисту NS160N (кріплення на DIN-рейці за допомогою переходника)

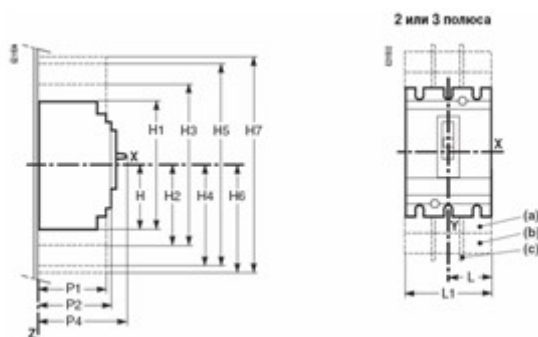


Рисунок 2.19 – Габарити автомата захисту NS160N

### Вибір силових кабелів

Необхідно обрати екранований кабель, розрахований на струм двигуна ШП. Для інших двигунів вибирається не екранований кабель.

Номінальний переріз жили розраховуємо за формулою (2.11).

$$S_{II} = \frac{I_{\text{ном.ДВ}}}{J_{\text{э}}}, \quad (2.11)$$

де  $S_{II}$  - переріз жили, мм<sup>2</sup>.

$J_{\text{э}}$  - Економічна щільність струму, А/мм<sup>2</sup> [1].

Відповідно до [2], для силових кабелів з гумовою та пластмасовою ізоляцією товщина ізоляції жил перетином 1-240 мм<sup>2</sup> на напругу 0,4 кВ обрана рівною 1,0-2,4 мм залежно від перерізу жил. Товщина екрану лежить у межах 0,3 – 0,9 мм.

Відповідно до [3, таб 1.12] обираємо товщину ізоляції для проводів на номінальну змінну напругу від 220 до 400 В і зводимо в таблицю 2.8.

Таблиця 2.8 - Товщина пластмасової та гумової ізоляції, мм.

Перетин жили, мм <sup>2</sup>	0,75	1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	10	16	25	35	50
пластмасова	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	1,0	1,0	1,2	1,2	1,4
гумова	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2	1,4	1,4	1,6

Вибір перерізу кабелю розрахований на струм двигуна М1

$$S_{п, Al} = \frac{57}{2} = 28,5 \text{ мм}^2, \text{ приймаємо } 25 \text{ мм}^2,$$

$$S_{п, Cu} = \frac{57}{3,1} = 18,4 \text{ мм}^2 \text{ приймаємо найближче ном. значення } 16 \text{ мм}^2.$$

Для забезпечення високої надійності рекомендується вибирати мідні жили.

Обрано кабель гнучкий силовий із мідними жилами екранований КГЕШ (3x16+1x10). Матеріали, з яких виготовлений кабель, приведено у таблиці 2.9. Основні технічні характеристики наведено у таблиці 2.10.

Таблиця 2.9 – Технічні характеристики кабелю КГЕШ (3x16+1x10)

Число та номінальний переріз жил, мм <sup>2</sup>	3x16+1x10		
Діаметр струмопровідних жил, мм	5,2; 4		
Електричний опір струмопровідних жил на 1 км, при 200С, Ом, не більше	1,21; 1,91		
Товщина ізоляції екрана основних жил, мм	2,0; 0,5		
Товщина оболонки, мм	внутрішньої	1.5	
	зовнішній	3	
Зовнішній діаметр кабелю, мм	34,37		
Маса кабелю, кг/км	1564,39		

Таблиця 2.10 – Матеріали, що використовуються для виготовлення кабелю КДЕШ

Жили	Мідь
Ізоляція	Гума типу РТІ-1
Електропровідні екрани	Гума типу РЕ-2
Оболонка	Двошарова, зовнішній шар – гума типу РШН

Вибір перерізу кабелю розрахований на струм двигуна М11

$$S_{л, Al} = \frac{72}{2} = 36 \text{ мм}^2, \text{ приймаємо } 35 \text{ мм}^2,$$

$$S_{л, Cu} = \frac{72}{3,1} = 23,2 \text{ мм}^2 \text{ приймаємо найближче ном. значення } 25 \text{ мм}^2.$$

Обрано кабель гнучкий силовий із мідними жилами КГ (3x25+1x10). Основні технічні характеристики приведено у таблиці 2.11. Матеріали, з яких виготовлений кабель, наведено у таблиці 2.12.



Таблиця 2.13 – Технічні характеристики кабелю КГ (3x50+1x16)

Число та номінальний переріз жил, мм <sup>2</sup>	3x50+1x16
Діаметр струмопровідних жил, мм	8,8; 5,2
Товщина ізоляції, мм	1,6; 1,2
Товщина оболонки	4,8
Зовнішній діаметр кабелю, мм	36,36
Маса кабелю, кг/км	2488,46

Вибір перерізу кабелю розрахований на струм двигуна М10

$$S_{п, Al} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ мм}^2, \text{ приймаємо } 2,5 \text{ мм}^2,$$

$$S_{п, Cu} = \frac{5}{3,1} = 1,61 \text{ мм}^2 \text{ приймаємо найближче ном. значення } 1,5 \text{ мм}^2.$$

Обрано кабель гнучкий силовий із мідними жилами КГ (3x1,5+1x1,5).

Основні технічні характеристики приведено у таблиці 2.14.

Таблиця 2.14 – Технічні характеристики кабелю КГ (3x1,5+1x1,5)

Число та номінальний переріз жил, мм <sup>2</sup>	3x1, 5+1x1, 5
Діаметр струмопровідних жил, мм	1,6; 1,6
Товщина ізоляції, мм	0,8; 0,8
Товщина оболонки	1,7
Зовнішній діаметр кабелю, мм	11,11
Маса кабелю, кг/км	174,05

Вибір перерізу кабелю розрахований на струм двигуна М13

$$S_{п, Al} = \frac{12}{2} = 6 \text{ мм}^2, \text{ приймаємо } 6 \text{ мм}^2,$$

$$S_{п, Cu} = \frac{12}{3,1} = 3,87 \text{ мм}^2 \text{ приймаємо найближче ном. значення } 4 \text{ мм}^2.$$

Обрано кабель гнучкий силовий із мідними жилами КГ (3x4+1x2,5).  
Основні технічні характеристики приведено у таблиці 2.15.

Таблиця 2.15 – Технічні характеристики кабелю КГ (3x4+1x2,5)

Число та номінальний переріз жил, мм <sup>2</sup>	3x4+1x2,5
Діаметр струмопровідних жил, мм	2,6; 1,6
Товщина ізоляції, мм	1; 0,9
Товщина оболонки	1,9
Зовнішній діаметр кабелю, мм	13,2
Маса кабелю, кг/км	244,74

Вибір перетину кабелю схеми керування

Перетин, що дорівнює 2,5 мм<sup>2</sup>, був обраний виходячи з максимального струму до 8 А. Приймаємо гнучкі шнури живлення з мідною жилою КГ (1x2,5). Основні технічні характеристики наведені в таблиці 2.16.

Таблиця 2.16 - Технічні характеристики кабелю КГ (1x2,5)

Число та номінальний переріз жил, мм <sup>2</sup>	1x2,5
Діаметр струмопровідних жил, мм	2,1
Товщина ізоляції, мм	
Товщина оболонки	2,3
Зовнішній діаметр кабелю, мм	6,7
Маса кабелю, кг/км	66,21

### 2.3 Вибір датчиків та елементів вимірювальної системи

У даному розділі розглядається вибір датчиків ваги, підсилювача, що нормує, і кінцевих вимикачів.





Рисунок 2.20 - Зовнішній вигляд тензодатчика (модифікація 60001)

Вартість одного датчика становить від 11000 грн., повні витрати на датчики ваги становлять 33 000 грн..

### 2.3.2 Вибір нормуючого пристрою

Пристрій нормалізації повинен мати не менше трьох входів датчиків і виконувати підсумовування вхідних сигналів. Виходячи з цих умов, був обраний пристрій нормалізації з Тензо-М СНУ4-010. Технічні характеристики наведені в таблицях 2.18 і 2.19.

Таблиця 2.18 - Основні технічні характеристики СНУ4-010

Модель	Кількість каналів	Вихід	живлення
СНУ4-010	4, підсумовуючий	0...10 В	2 x 12, 0.2 А

Додаткову потужність може забезпечити нормалізуючий підсилювач. Блок живлення виготовлений з пластикового корпусу і може бути встановлений на DIN-рейку. Виберіть блок живлення ВР220-24/12x2 для живлення NSU.

Таблиця 2.19 – Детальні технічні характеристики СНУ4-010

Напруга живлення підсилювача (постійне),	24
Кількість датчиків, що підключаються (R=350 Ом)	4
Споживаний струм, ма, не більше	200
Робочий коефіцієнт передачі (РКП) мВ/В	1
Опір навантаження, Ом	400
Сумарна похибка у робочому діапазоні температур, %	0.05...0.1
Робочий діапазон температур, 0С	-30...+60
Допустимий температурний діапазон, 0С	-40...+85
Габаритні розміри корпусу (без урахування гермовводів), мм	125x78x58
Ступінь захисту оболонки за ГОСТ 14254 (МЕК 529-89)	IP65



Рисунок 2.21 – Зовнішній вигляд нормуючого пристрою

Характеристики ВР220-24 / 12х2:

1. Вхідна напруга може бути як постійним, так і змінним.
2. Вхідна напруга змінного струму - від 170 до 270 В, частота від 45 до 70 Гц.
3. Постійна вхідна напруга - нестабільна, від 170 до 270 В.
4. Коли в джерело живлення надходить напруга постійного струму зворотної полярності, параметри залишаються незмінними.
5. Максимальна споживана потужність при максимальному вихідному навантаженні - не більше 22 Вт.

6. Вихідна напруга - постійна ( $24\pm 5$ ), струм навантаження від 0 до 0,8 А, пульсація від піку до піку трохи більше 800 мВ.

7. У всьому діапазоні вхідної напруги та температури навколишнього середовища час встановлення вихідної напруги на номінальне значення не перевищує 1с.

8. Вихід БП захищений від короткого замикання. Після усунення короткого замикання живлення відновлюється через 1 с.

### 2.3.3 Вибір кінцевих вимикачів

Моментні кінцеві вимикачі серії ВК-200, ВК-300 підходять для блоків (кулачок) керування об'єктами керування в електричних колах керування напругою до 660 В, змінним струмом частотою 50-60 Гц і постійним струмом до 440 В. Перемикач дозволяє встановлювати його в будь-якому положенні, вільне від випадкового розбризкування пилю і води або масла вертикально або під кутом до вертикалі (для ВК 200) або випадкового скидання води або масла.

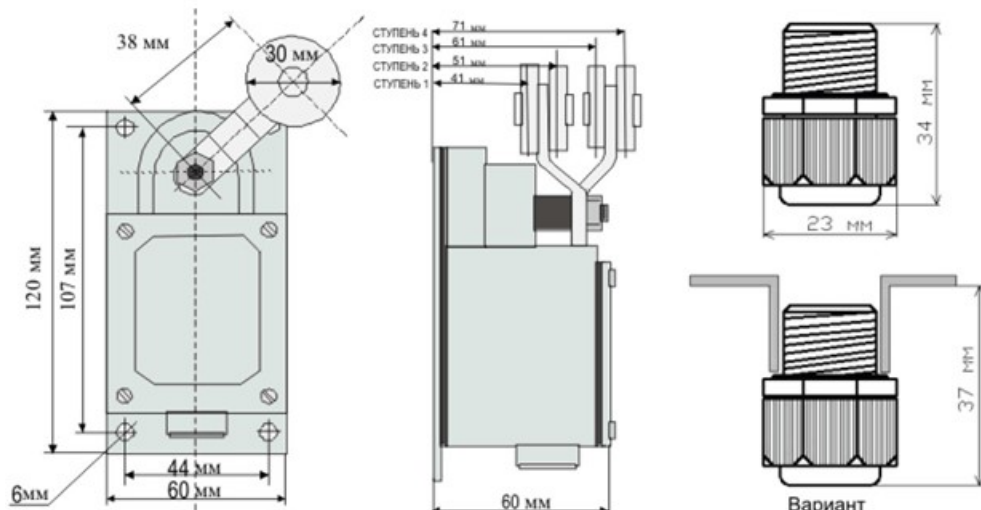


Рисунок 2.22 - Габаритні та настановні розміри ВК-200(300)





Продовження таблиці 2.21 - Порівняльний вибір малих модульних ПЛК для системи управління ТП

- Середній час відновлення (MTTR).	-	-
4 масогабаритні характеристики		
- маса	0,340 кг	0,350 кг
- габарити	107,5x90x29,5	106x90x65

2.4.1 Малий модульний ПЛК Tecomat Foxtrot

Цей компактний пристрій оснащений процесором, енергонезалежною пам'яттю, вбудованою системою програмування, крихітною РК-панеллю і кількома кнопками для введення програм і деяких параметрів у процесі роботи. Пристрій має цифрові та аналогові входи та виходи, а також різноманітні функціональні програмні блоки, такі як таймери, лічильники, компаратори, годинники реального часу тощо.

Таблиця 2.22 - Параметри модулів фірми "Тесо"

Параметри	Процесорний модуль CP 1004 (TXN 110 04)	Периферійний модуль IB-1301 (TXN 113 01)	Периферійний модуль IR-1501 (TXN 115 01)	Блок живлення постійного струму PS50/24 (TXN 070 10)
1	2	3	4	5

## Продовження таблиці 2.22 - Параметри модулів фірми "Тесо"

Основні технічні дані, умови експлуатації				
Напряга живлення	24 В DC	24 В DC	24 В DC	230 В AC
Внутрішній захист	ні	ні	ні	запобіжник T2,5L250B
Підключення	Постійні гвинтові клеми, макс 2,5 мм <sup>2</sup> , RJ-45 (Езернет)	Постійні гвинтові клеми, макс 2,5 мм <sup>2</sup>	Постійні гвинтові клеми, макс 2,5 мм <sup>2</sup>	Постійні гвинтові клеми, макс 2,5 мм <sup>2</sup>
Захист від завад на основі МЕК 60529	IP 20	IP 20	IP 20	IP 20
споживана потужність	8 Вт	2,5 Вт	2,5 Вт	-
Діапазон робочих температур (°C)	0 °C +55	0 °C +55	0 °C +55	0 °C +55
Діагностування	Оптичне зображення стану вх/вих	Оптичне зображен ня стану вх/вих	Оптичне зображенн я стану вх/вих	Оптичне зображення стану вх/вих
Габарити (В х Ш х Г) мм	90x106x65	90x52x65	90x52x65	85x148x57
Тип приладу	вбудовується U-рейка	вбудовуєт ься U-рейка	вбудовуєт ься U-рейка	вбудовуєтьс я U-рейка
Аналогові входи				
Число	4	12	4	-

Продовження таблиці 2.22 - Параметри модулів фірми "Тесо"

Опис	Чотири входи можна встановити як аналогові з масштабом роботи 0-10 В та відмінністю 10 біт	-	-	-
Дискретні входи				
Число	8	12	4	-
Опис	24 В DC, 5 мс, варіант установки на входи DI0-DI3: швидкий лічильник (2x16/1x32 bit), інкрементальн ий датчик положення (20 кГц)	24 В DC, 5 мс, варіант установки на входи DI0-DI3: швидкий лічильник (2x16/1x3 2 bit), інкремент альний датчик положенн я (20 кГц). Входи DI4-DI11 230 В AC, 5 мс.	24 В DC, 5 мс, варіант установки на входи DI0-DI3: швидкий лічильник (2x16/1x32 bit), інкремент альний датчик положенн я (20 кГц)	-

Продовження таблиці 2.22 - Параметри модулів фірми "Тесо"

Дискретні виходи				
Число	6		8	-
Опис	Реле, 230 В AC/DC, гальванічна розв'язка	-	Реле, 230 В AC/DC, гальв-а розв'язка	-
Захист від індуктивного навантаження	Зовнішня (RC-елемент, варистор, діод)	-	Зовнішня (RC- елемент, варистор, діод)	-
Системні показники				
Контур реального часу	так	-	-	-
Пам'ять програми та таблиць	192 + 64 кБайт	-	-	-
Додаткова пам'ять EEPROM	2 МБайт	-	-	-
Додаткова пам'ять, бокс даних.	512 кБайт			
Додаткова пам'ять, зовнішня	MMC Flash (До 1 ГБайт)	-	-	-
Резервування RAM та RTC	200 годин, конденсатор	-	-	-
Довжина циклу / 1 до лог.інструкції	0,2 мс	-	-	-

Кінець таблиці 2.22 - Параметри модулів фірми "Тесо"

Файл інструкції	Розширений 32 біт			
ОПС сервер	можливо			
Вебовський сервер	можливо			
Інтерфейс комунікації (основний модуль)				
Езернет (Ethernet)	10/100Мб, RJ-45			
СН1	RS 485/RS 232			
СН2	RS 485/232/422, CAN, М-Bus, ProfibusDP Слейв, LON та ін. гальванічна розв'язка			
TCL2	TCL2 підключення до 10 периферійних модулів Фокстрот, до 8 СІВ Майстер, швидкість передачі даних 345 кБіт			
СІВ	підключення до 32 елементів внутрішньої монтажної системи			

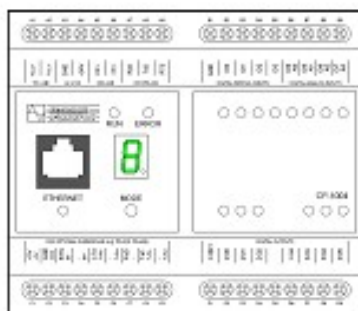


Рисунок 2.24 – Процесорний модуль CP 1004 (TXN 110 04)



Рисунок 2.25 – Блок живлення PS50/24 (TXN 070 10)





Рисунок 2.26 – Персональний комп'ютер (АРМ оператора)

## 2.5 Висновки до другого розділу

Розглянуто питання вибору та обґрунтування елементів складової системи керуванням бункеруванням сипучих матеріалів. Наведені технічні характеристики кожного елементу складової системи.

### 3 СТРУКТУРНА СХЕМА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ БУНКЕРУВАННЯ ТА ЇЇ ДОСЛІДЖЕННЯ НА ІМІТАЦІЙНІЙ МОДЕЛІ

#### 3.1 Оптимізація контуру ваги

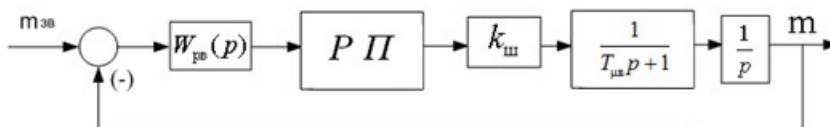


Рисунок 3.1 – Структурна схема лінеаризованого контуру ваги

На рисунку прийняті такі позначення:

$W_{PB}(p)$  - Передавальна функція регулятора ваги;

$k_{ш}$  - Коефіцієнт передачі шнека.

Розімкнений контур ваги, налаштований на модульний оптимум, повинен мати таку передатну функцію:

$$W_{TO}(p) = \frac{1}{2 \cdot T_{ш} \cdot p (T_{ш} \cdot p + 1)}, \quad (3.1)$$

де  $T_{ш}$  - мала постійна часу контуру ваги.

Для визначення величини транспортної затримки розрахуємо висоту бункера-дозатора.

$$h_{\delta} = \sqrt[3]{V_{\delta}} = \sqrt[3]{\frac{m}{\gamma_0}}, \quad (3.2)$$

де  $V_{\delta}$  - обсяг бункера-дозатора;

$m$  - максимальна маса вантажу, що насилається;

$\gamma_0$  - Насипна об'ємна щільність.

Відповідно до (3.2) визначимо висоту бункера-дозатора.

$$h_{\delta} = \sqrt[3]{\frac{25000}{800}} = 3,15 \text{ м}$$

Враховуючи прискорення вільного падіння  $g$  знайдемо час затримки транспортування, яка відповідає масі "падаючого стовпа".

$$T_{\mu\delta} = \sqrt{\frac{2 \cdot (h_{\delta} + 0,1 \cdot h_{\delta})}{2 \cdot g}}, \quad (3.3)$$

Відповідно (3.3) визначимо мала постійна часу контуру ваги

$$T_{\mu\delta} = \sqrt{\frac{2 \cdot (3,15 + 0,1 \cdot 3,15)}{2 \cdot 9,81}} = 0,594 \text{ с}$$

Приймаємо малу постійну контуру ваги, що не компенсується, рівну величині транспортної затримки шнекового живильника  $T_{\mu\delta} = 0,594 \text{ с}$ .

Потік процесу вздовж вагової петлі повільний у порівнянні з процесом із регульованим електричним приводом. Тому в цій автоматичній системі регульований привід можна представити як пропорційну ланку.

$$k_{\text{рен}} = \frac{\omega_{\text{макс}}}{f_{\text{рв макс}} \cdot i_{\text{ред}}}, \quad (3.4)$$

де  $i_{\text{р}}$  - коефіцієнт передачі редуктора,

$f_{\text{рв макс}}$  – вихідна частота ПЛ.

Відповідно до (3.4) визначимо коефіцієнт РП

$$k_{р\pi} = \frac{1440/9,55}{50 \cdot 6,3} = 0,4787$$

Коефіцієнт шнекового живильника:

$$k_{ш} = \frac{Q_{макс}}{\omega_{макс} \cdot i_{ред}} = \frac{K_3 \cdot Q}{\gamma_0 \cdot \omega_{макс} \cdot i_{ред}}, \quad (3.5)$$

$$k_{ш} = \frac{(1,23 \cdot 150000)/800}{1440/9,55 \cdot 6,3} = 0,2427$$

Передатна функція розімкнутого контуру ваги системи, що розглядається, по теорії Кейслера визначається наступним чином:

$$W_{раз.к.в} = \frac{W_{рв}(p) \cdot k_{р\pi} \cdot k_{ш}}{p(T_{\muв} \cdot p + 1)}, \quad (3.6)$$

Вона має бути прирівняна до бажаної передавальної функції розімкнутого контуру. Вирішуючи отримане рівняння щодо передавальної функції регулятора ваги, отримуємо:

$$\frac{W_{рв}(p) \cdot k_{р\pi} \cdot k_{ш}}{p(T_{\muв} \cdot p + 1)} = \frac{1}{2 \cdot T_{\muв} \cdot (T_{\muв} \cdot p + 1)}, \quad (3.7)$$

$$W_{рв}(p) = \frac{1}{k_{р\pi} \cdot k_{ш} \cdot 2 \cdot T_{\muв}}, \quad (3.8)$$

Відповідно до (3.8) визначимо коефіцієнт регулятора ваги

$$k_{рв} = W_{рв}(p) = \frac{1}{0,4787 \cdot 0,2427 \cdot 2 \cdot 0,594} = 7,2452$$

Імітаційна модель лінеаризованого контуру ваги, розроблена серед Matlab 7.0/Simulink, представлена рисунку 3.2.



Тут оранжевим кольором виділені блоки, що імітують об'єкти управління – шнековий живильник заданої потужності, ланка затримки транспортування (для вимірювання часу падіння матеріалу) та інтегратор (для збільшення маси розподільника бункера). Модулі, що моделюють перетворювач, виділені синім кольором: передавач інтенсивності на вході перетворювача, пропорційний зв'язок. Модуль, який обмежує вихідну частоту верхнім і нижнім рівнями та імітує відключення електроприводу, коли помилки заправки зменшуються нижче заданих рівнів. Модулі завдання для ваги, регулятори ваги та модулі для кількісної оцінки аналогового сигналу завдання виділені зеленим кольором за часом і рівнем. Датчик ваги цієї моделі має єдиний коефіцієнт передачі.

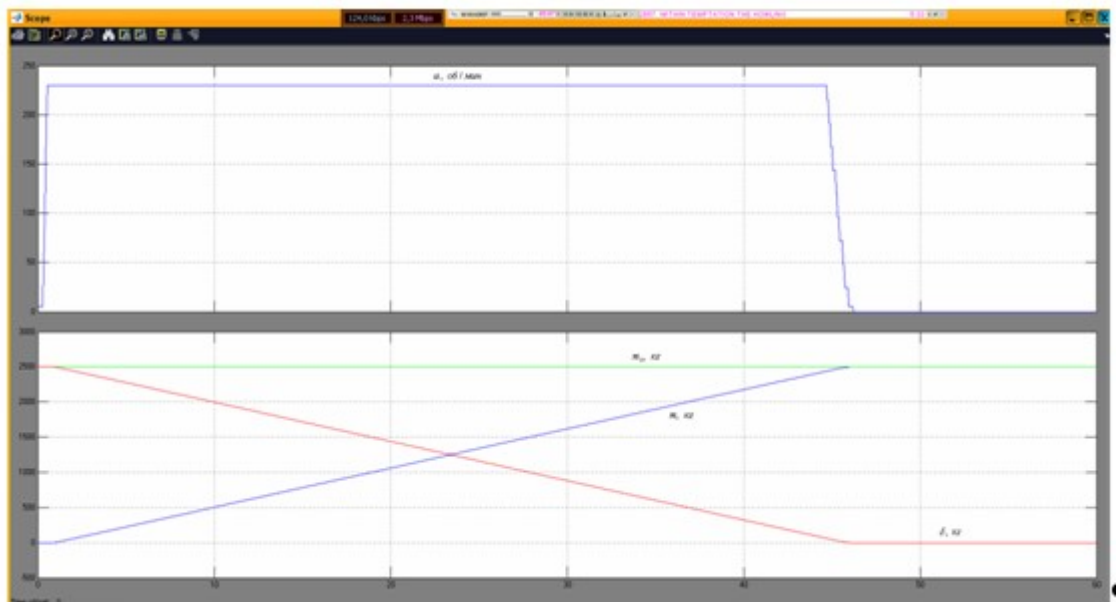


Рисунок 3.5 – Результати моделювання при заданні 2500 кг.

Вищезазначений процес переходу заповнює 2500 кг (рис. 3.5) і 25 000 кг (рис. 3.6) матеріалу. Точність подачі - 6 кг матеріального покриття, а необхідні маси - 2500 і 25000 кг. У верхньому вікні показано графік зміни швидкості шнека. У нижньому вікні: поточна вага  $m$ , вагове завдання  $mz$  і похибка ваги  $\delta$ .

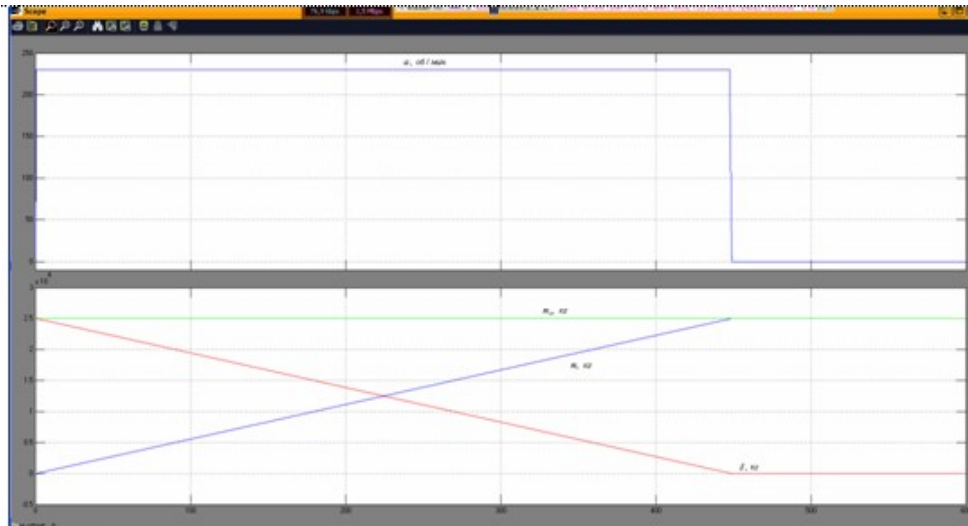


Рисунок 3.6 – Результати моделювання при заданні 25000 кг.

Виникає затримка передачі в системі, що викликає після зупинки двигуна, тобто. Після того, як система вийде з-під контролю, вага буде продовжувати збільшуватися, принаймні, на масу «крапельного стовпа» матеріалу. Крім того, маса колони зменшується пропорційно швидкості до зупинки шнекового живильника.

Отже, якщо вихідна частота інвертора становить 50 Гц, то потужність моєї системи заправки становить 200 тонн/год. Тому підвищення продуктивності можна досягти за рахунок збільшення вихідної частоти, але це знижує точність наповнення. Для того щоб підвищити точність подачі, необхідно врахувати «випадкову колону» і відключити шнек трохи раніше запланованого.

### 3.3 Розробка схеми електричних з'єднань

На принциповій електричній схемі прийнято позначення, які зведені в таблиці 3.1.



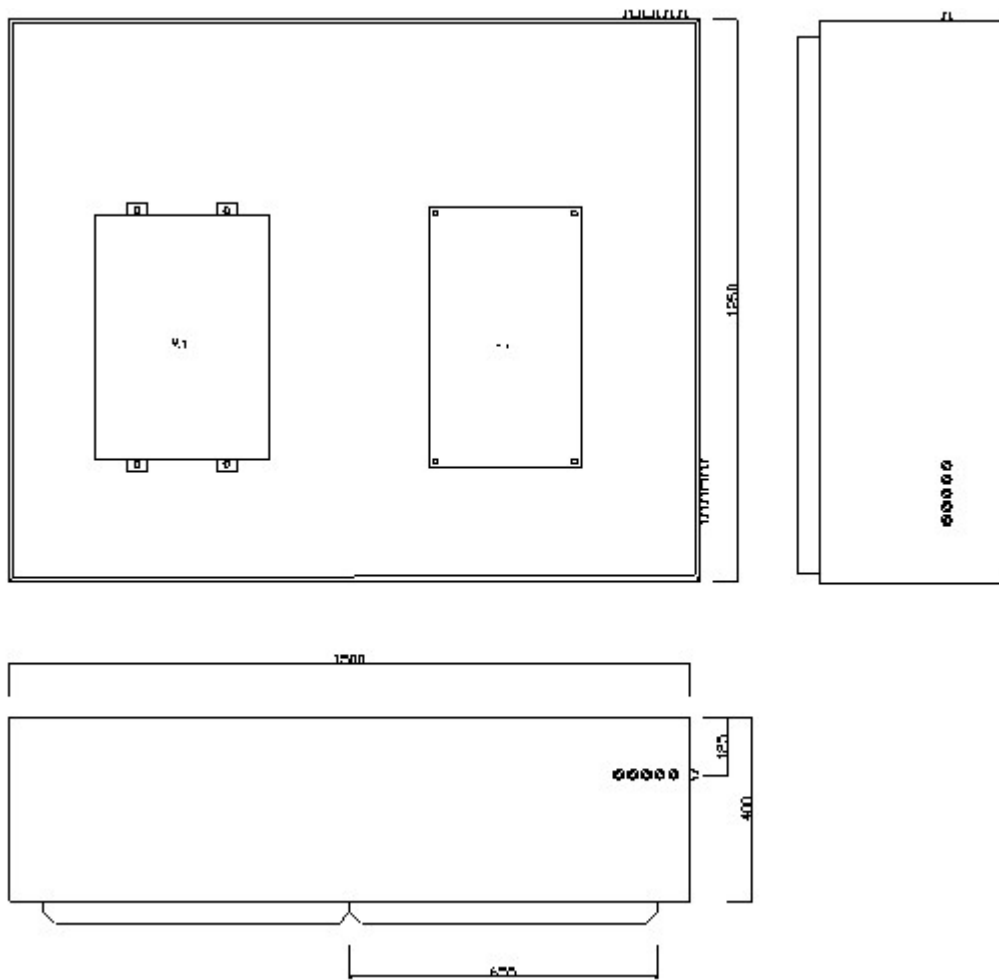


Рисунок 3.7 – Шафа №1

На бункер-розподільник встановлені вагові тензодатчики. До тензодатчика підключений нормований підсумовуючий підсилювач. Кінцевий вимикач розташований біля клапана бункера і має захисну функцію, тому його не можна розміщувати в електрошафі.

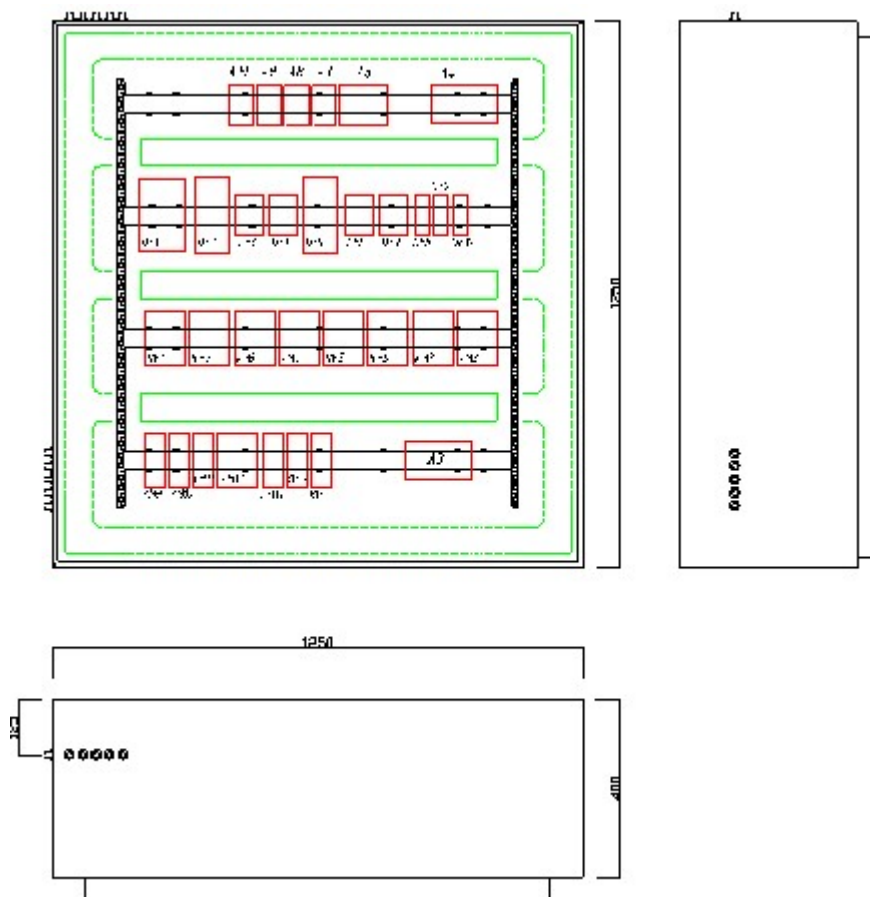


Рисунок 3.8 Шафа №2

### 3.5 Висновки третього розділу

Розглянуто питання написання математичної моделі системи бункерування. Проведене моделювання запропонованої моделі.

Розроблена конструкція шафи керування системою бункерування. Усі елементи встановлені на монтажній панелі із дотриманням вимог електромагнітної сумісності та забезпечення теплового режиму.

## ВИСНОВОК

У ході виконання роботи розробив функціональну схему АСУ ТП бункерування сипких матеріалів відповідно до технічного завдання.

Відповідно до розробленої функціональної схеми, визначив необхідне обладнання, необхідне для реалізації АСУ ТП, після чого вибрав усі необхідні компоненти системи.

Після вибору необхідного обладнання проектованої системи автоматизації розробив принципову електричну схему з'єднань та скомпонував вибрані елементи у двох шафах електроавтоматики.

Заключним етапом була розробка структурної схеми системи та моделювання. За результатами моделювання можна дійти висновку, що похибка системи бункерування становить 6 кг.

Наприкінці слід зазначити, що спроектована система має можливість подальшого розширення.

					<i>КВРАКІТ.2019068.01.09.ПЗ</i>	
		<i>№ локум.</i>	<i>Пілпис</i>			63

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г.,Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.
2. Акопов, А. С. Імітаційне моделювання: підручник і практикум для академічного бакалаврату / А. С. Акопов. - К. : "Корнійчук", 2017. – 136с.
3. Грищук Ю. С. Застосування мікроконтролерів при дослідженнях електричних апаратів / Ю. С. Грищук // Вісник НТУ «ХП». Серія : Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. – 2016. – № 32 (1204). – С. 23–28.
4. Гуржій А. М. Електротехніка та основи електроніки : підручник для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти / А. М. Гуржій, С. К. Мещанінов, А. Т. Нельга, В. М. Співак. - Київ : Літера ЛТД, 2020. - 288 с.
5. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
6. Електричні машини і апарати: навчальний посібник / Ю.М. Куценко,В.Ф. Яковлев та ін. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 449 с.
7. Загальна електротехніка з основами автоматики: Навчальний посібник / Т.В.Левченко. – К., 2010. – 358 с.
8. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах: Підручник / ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., БУХКАЛО С.І., КАПУСТЕНКО П.О. та ін. – К.: ЦУЛ, 2011. – 832 с. – (МОН України. НТУ “ХП”)
9. Ісікова, Н. П. Проектування інформаційних систем [Текст] : навч. посіб. / Н. П. Ісікова, Т. В. Решетняк. — Краматорськ : ДДМА, 2020. — 111 с.
10. Коржик М. В. Моделювання об'єктів та систем керування засобами MatLab: навч. посіб. Для студ. вищ. навч. закл. / М. В. Коржик. – Київ : НТУУ “КПІ”, 2016. – 174 с.

11. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : підруч. у 2 т : Т 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін. ; за ред. А.В. Рудя. – К. : Агроосвіта, 2012. – 434с.;іл.

12. Сегеда, М. С. Нетрадиційні та відновлювані джерела електроенергії [Текст] : навч. посіб. / М. С. Сегеда, М. Й. Олійник, О. Б. Дудурич. — Львів : Львівська політехніка, 2019. — 204с.

13. Технічний сервіс в агропромисловому комплексі: навчальний посібник / Коновалюк О.В., Кіяшко В.М., Колісник М.В. – К.: Аграрна освіта, 2013. – 404 с.

# Пристрій керування завантаженням бункеру сипучих матеріалів

Студент: Ігор РИЖКОВ

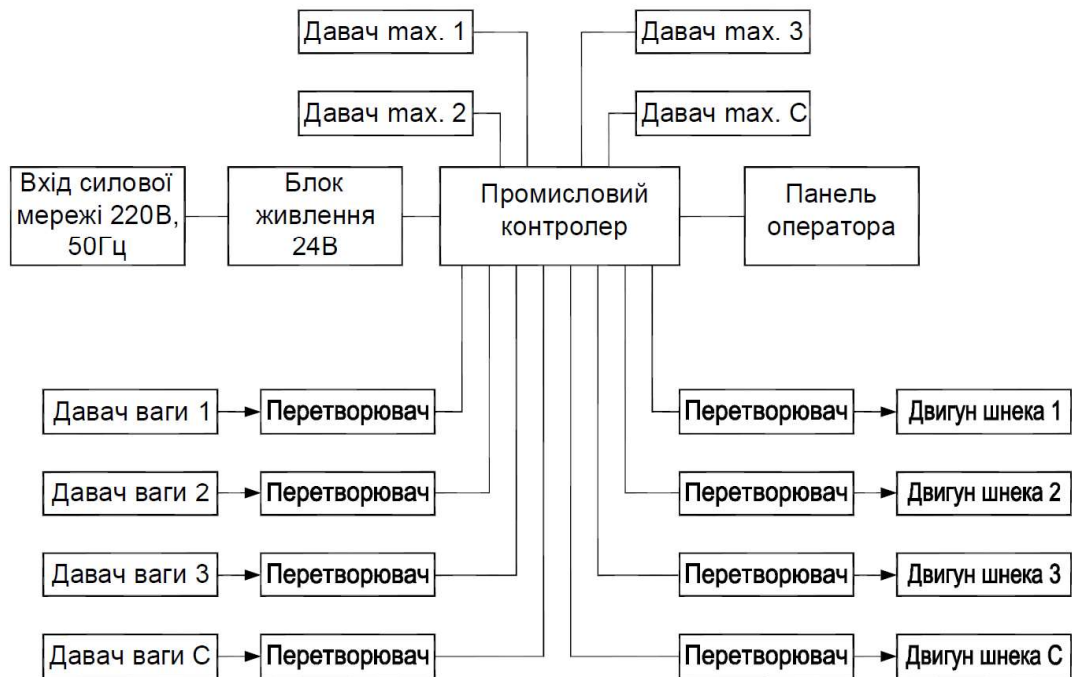
Керівник: Валерій МАРТИНЮК, д.т.н., проф.

## Класифікація дозаторів



Вигляд дозатора дискретного

## Структурна схема



## Вибір двигуна і редуктора

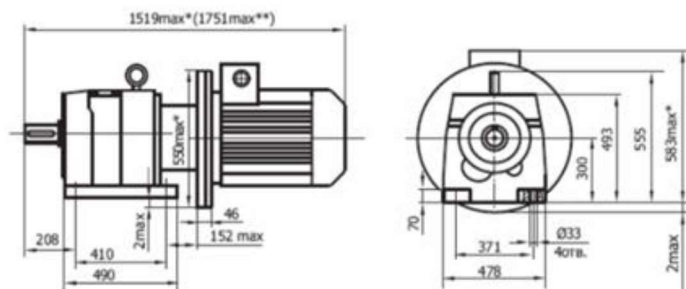
### Параметри мотор-редуктора 2МРЦ-200

1	2
Передавальне число	6,3 - 20
Діапазон частот обертання вихідного валу для регульованого виконання, об/хв	72-230
Крутний момент на вихідному валу, Н·м	1255 - 3980
Тип двигуна	AIP180M4
Номінальна частота двигуна, об/хв	1440
Маса	514
Ціна, руб	договірна від 32000
Разом, руб	8x32000 = 256000

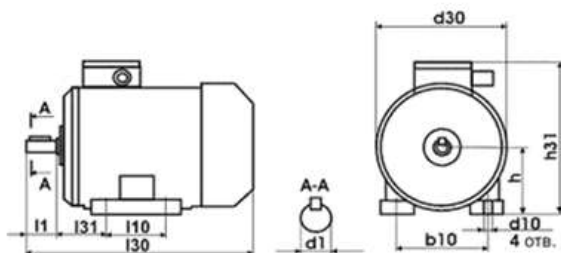
### Паспортні дані AIP180M4

$U_H$ , В	$P_H$ , КВт	$\eta_H$ , %	$\cos \varphi_H$	$S_H$ , %	$n_H$ , про/хв	$\frac{M_{пуск}}{M_H}$	$\frac{M_{max}}{M_H}$	$\frac{M_{min}}{M_H}$	$\frac{I_n}{I_H}$	маса, кг
380	30	92	0,87	2,0	1440	1,7	2,7	1,5	7	190

## Вибір двигуна і редуктора



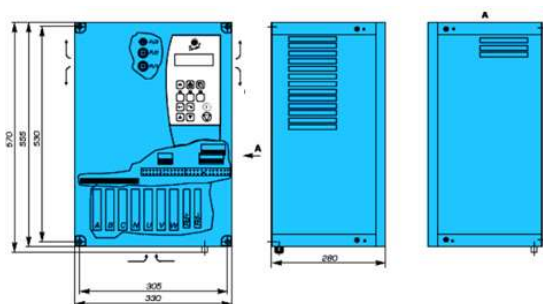
Габаритні та приєднувальні розміри 2МРЦ-200



Габаритні та приєднувальні розміри АІР180М

## Вибір перетворювача частоти

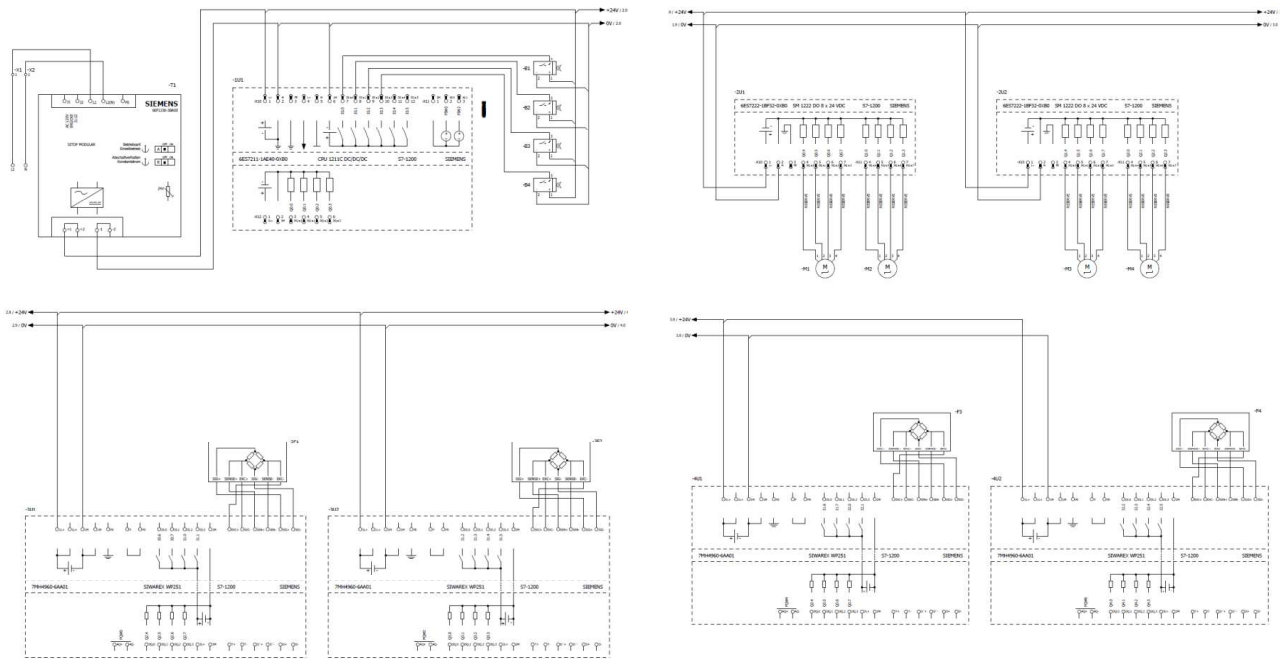
### Паспортні дані



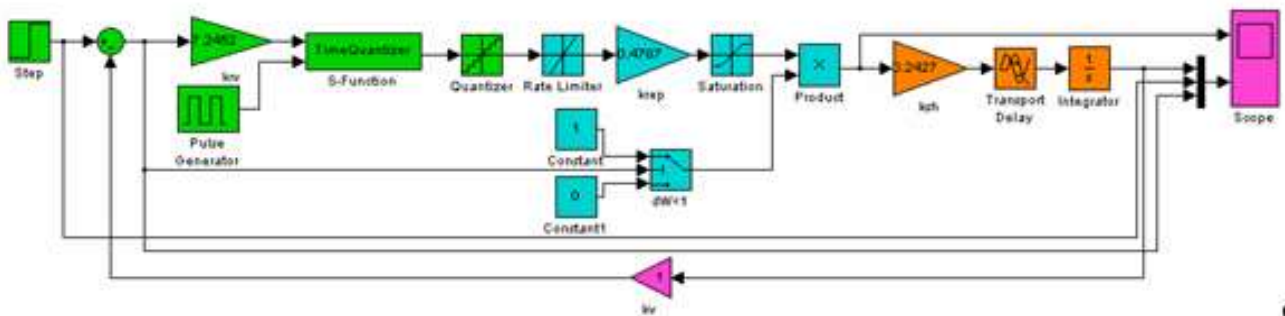
Габаритні та приєднувальні розміри АТ06-37

Тип, виконання	АТ06 – 37
Номинальна потужність, кВА	45
Номинальна потужність двигуна, кВт	37
Номинальний струм навантаження I <sub>n</sub> , А	75
Мережа живлення:	3х380 В, +10%, 15%, 50 (60) Гц ± 2% (із заземленою або ізольованою нейтраллю)
Вихідна напруга	3х(0...380 В) ± 2% (значення макс. вихідної напруги програмується)
Коефіцієнт корисної дії	не менше 0,95 (без двигуна)
коефіцієнт потужності	не менше 0,95
Умови навколишнього середовища:	робоча температура +1 ... +40 ° С, вологість (без конденсації) до 90%.
Короткочасне допустиме відхилення напруги мережі живлення, при якому електропривод зберігає працездатний стан	-40%
Опір ізоляції гальванічно не пов'язаних ланцюгів і щодо корпусу, щонайменше	10 МОм
Електрична міцність ізоляції	2500, 50 Гд, протягом 1 хв
Опції внутрішні	до 6 аналогових входів; до 2 аналогових виходів; до 6 дискретних входів; до 6 релейних виходів; до 2-х каналів інтерфейсу RS485 стандарту Modbus.
Ступінь захисту	IP21

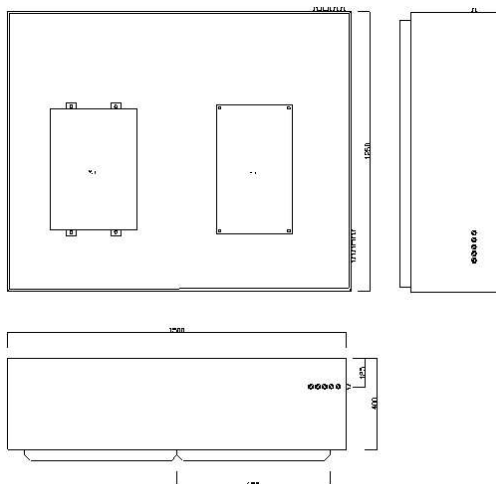
# Схема електрична принципова



# Імітаційна модель системи бункерування



# Компоновка елементів на монтажній панелі



## **ВИСНОВКИ**

У роботі наведено розробку функціональної схеми АСУ ТП бункерування сипких матеріалів відповідно до технічного завдання.

Відповідно до розробленої функціональної схеми, визначено необхідне обладнання, необхідне для реалізації АСУ ТП, після чого обрано усі необхідні компоненти системи.

Після вибору необхідного обладнання проектованої системи автоматизації розроблено принципову електричну схему з'єднань та скомпонувано вибрані елементи у двох шафах електроавтоматики.

Заключним етапом розроблено структурну схему системи та моделювання.

**Доповідь закінчено.**

**Дякую за увагу!**

Ім'я користувача:  
Кафедра АКІПІТК

Дата перевірки:  
18.06.2022 16:05:35 EEST

Дата звіту:  
18.06.2022 16:24:34 EEST

ID перевірки:  
1011609353

Тип перевірки:  
Doc vs Internet

ID користувача:  
100005862

Назва документа: Рижков антиплагіат

Кількість сторінок: 58 Кількість слів: 7314 Кількість символів: 49708 Розмір файлу: 2.02 MB ID файлу: 1011477795

## 2.01% Схожість

Найбільша схожість: 1.09% з Інтернет-джерелом (<https://ukrbukva.net/page,25,76955-Razrobotka-sovremennoy-avtom...>)

2.01% Джерела з Інтернету

12

Сторінка 60

Пошук збігів з Бібліотекою не проводився

## 0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

## 0% Вилучень

Немає вилучених джерел

## Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

72

**Anti-Plagiarism v-15.257****Максимальне співпадіння з одним документом 3.0%****Словники перевірки: en\_US, ru\_RU, ua\_UA. Помилки в документах: 9%**

ID: 105919 Назва: Бакалаврська кваліфікаційна робота Додано в БД: 2022-06-18 Автора: Рижков І. Керівник: Мартинюк В.В. Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	33843	389	2127 (6%)	37 (10%)

## Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

МІНІСТЕРСТВО ОВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Рижков Ігор Сергійович

Тема: Пристрій керування завантаженням бункеру сипучих матеріалів

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Обсяг кваліфікаційної роботи

Кількість листів креслень 0 Кількість сторінок записки 65

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень в результаті виконаного наукового дослідження розроблена функціональна схема АСУ ТП бункерування сипучих матеріалів
2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню Дипломна робота відповідає виданому завданню
3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки та техніки і передових методів роботи: У першому розділі розглянуто різні задачі бункерування сипучих матеріалів. Показано що вона невід'ємно пов'язана із задачею дозування. Розглянута класифікація дозаторів, особливості конструкції розподільника. Розглянуто різні види дозаторів. Визначені переваги і недоліки різних видів бункерування. У змісті другого розділу кваліфікаційної роботи було розглянуто питання вибору та обґрунтування елементів складової системи керування бункеруванням сипучих матеріалів. Проведено вибір редуктора та електродвигуна шнеків. Проведено вибір силового електроустаткування. Проведено вибір датчиків та елементів вимірювальної системи. Проведено вибір елементів системи керування. Наведені технічні характеристики кожного елементу складової системи. У третьому розділі було розглянуто питання написання математичної моделі системи бункерування. Розглянуто оптимізацію контуру ваги. Проведене моделювання запропонованої моделі. Проведено дослідження системи бункерування на імітаційній моделі. Розроблена конструкція шафи керування системою бункерування. Усі елементи встановлені на монтажній панелі із дотриманням вимог електромагнітної сумісності та забезпечення теплового режиму.
4. Позитивні сторони роботи: Найбільшою перевагою роботи є ґрунтовний аналіз і вибір елементів конструкції на основі математичного моделювання і аналізу його результатів.

5. Негативні сторони роботи: -

---

---

---

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: -

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на високому науковому рівні

---

---

8. Інші зауваження: -

---

---

9. Оцінка дипломної роботи: Розглянувши представлену роботу, вважаю, що робота заслуговує оцінки задовільно 3,5 (D)

---

---

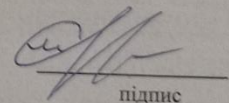
10. Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, місце роботи)

Мазуренко Олександр Вікторович  
к.т.н., доцент кафедри прикладних наук

---

---

«17» червня 2022р.

  
підпис

Завідувачу кафедри АКІТ  
д-ру техн.наук, проф. Мартинюку В.В.

Рижкова І.С.

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 3 курсу, групи АКІТс-19-1

### ЗАЯВА

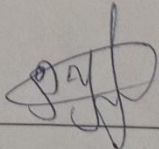
З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

16.06.2020р.

дата



підпис

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ ПО КАФЕДРИ  
АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованою системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Пристрій керування завантаженням бункеру сипучих матеріалів

Автор: Ігор РИЖКОВ

Спеціальність: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Освітня програма 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Науковий керівник д.т.н., проф. Валерій МАРТИНЮК

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

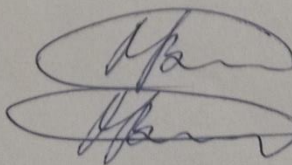
№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнуті. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження: Запозичення у розмірі 2,01%, що виявлені в роботі, містять посилання на відповідні джерела літератури, що використані в роботі. Результати конструкторського розділу не містять запозичень. Розроблена схема електрична та її опис є унікальними та також не містять запозичень. Робота приймається до захисту.

18.06.2022р.

Науковий керівник роботи:

Зав. каф. АКІТ



Валерій МАРТИНЮК

Валерій МАРТИНЮК