

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(назва факультету)
Кафедра автоматизації технологічних процесів та виробництв
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(освітній рівень)

на тему: Розроблення автоматизованої системи управління
пресом-гранулятором

Виконали: студенти 4 курсу, груп КА-41,
КАс-41

Спеціальність 151

“Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані
технології”

(шифр і назва спеціальності)

Білоусов Р.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Чоло Б.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Шовкун О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Шовкун О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Савків В.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Микитишин А. Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль – 2025

ЗМІСТ

Анотація.....	6
Вступ	7
1 Аналітична частина	9
1.1. Аналіз технологій виробництва комбікормових сумішей для тваринництва.....	9
1.2. Автоматизовані лінії та обладнання для однокомпонентного подрібнення та одноетапного дозування компонентів комбікормів	13
1.3 Автоматизовані лінії для приготування кормових сумішей із попереднім формуванням компонентів	17
1.4. Автоматизоване виробництво комбікормів за варіантом спільної порційної переробки сировини	20
1.5 Автоматизоване виробництво комбікормів із дозуванням усіх компонентів і спільною обробкою суміші.....	22
1.6 Принцип роботи та технічні характеристики преса-гранулятора ОГМ-1,5.....	24
1.7. Обґрунтування актуальності розробки автоматизованої потокової лінії виготовлення комбікормів	27
2 Проєктна частина.....	29
2.1. Основні етапи технологічного процесу гранулювання комбікормів .	29
2.2. Коротка характеристика підприємства з виробництва комбікормів ..	33
2.3. Розроблення функціональної схеми автоматизації процесу гранулювання комбікормів.....	41
2.4. Розроблення системи автоматизованого управління пресом-гранулятором.....	46
2.5. Розроблення оптоелектронного гібридного напівпровідникового трьохфазного реле змінного струму великої потужності	52

2.6. Розроблення схеми пристрою вбудованого теплового захисту	55
2.7. Розроблення схеми захисту типу ФПЗ.....	57
2.8. Розроблення електричної принципової схеми управління на базі ЕОМ	60
2.9. Вибір та розрахунки силового обладнання	64
2.9.1. Визначення потужності і вибір типу двигунів для приводу механізмів пресу-гранулятора.....	64
2.9.2. Вибір апаратів захисту та управління	69
2.9.3. Вибір способу прокладання та визначення перерізів проводів і кабелів силової мережі.....	72
2.9.4. Вибір марки тиристорів для силового обладнання установки гранулювання комбікормів.....	74
2.9.5. Розроблення схеми підключення установки гранулювання комбікормів	75
3. Спеціальна частина	78
3.1. Розроблення алгоритмічного забезпечення.....	78
3.2. Розроблення програмного забезпечення.....	81
4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	85
4.1 Аналіз і характеристика потенційних небезпек та шкідливостей на ділянці фасування компонентів комбікормів.....	85
4.2. Розрахунок місцевої витяжної вентиляції на ділянці дозування сипучих компонентів комбікормів	87
4.3. Пожежна профілактика на ділянці дозування сипучих компонентів комбікормів	89
4.4. Оцінка стійкості цеху виготовлення комбікормів до уражаючих факторів ядерного вибуху.....	92
Висновки.....	101
Перелік посилань	102

Анотація

Кваліфікаційна робота представлена пояснювальною запискою і графічною частиною, що включає 10 слайдів.

У роботі зроблено короткий аналіз виробничо-господарської діяльності підприємства і обґрунтована актуальність теми кваліфікаційної роботи.

У роботі зроблено також аналіз схеми автоматизації виробничого процесу гранулювання комбікормів за допомогою пресу-гранулятора ОГМ-1,5А. Виконані розрахунки силової частини схеми, проведений розрахунок і вибір проводів.

Розроблена автоматизована система управління пресом-гранулятором та пристрої захисту контролюються за допомогою ЕОМ. Запропонована автоматизована система дозволить підвищити економію електроенергії на 5%, надійність системи на 40%.

Також в кваліфікаційній роботі розглянуті питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Вступ

Сучасне тваринництво неможливо уявити без повноцінного, збалансованого і якісного комбікорму. Комбікорм – це механічна суміш різних компонентів, призначена для повноцінного годування сільськогосподарських тварин і птахів. До складу комбікормів входять зернові культури, білкові добавки, мінеральні речовини, вітаміни, ферменти, а також інші компоненти, які забезпечують збалансований раціон.

Розрізняють повнораціонні, концентровані та білково-вітамінні комбікорми. Комбікорм має бути: поживним; безпечним; стабільним за якістю; придатним до тривалого зберігання.

Одним з ключових факторів, що визначає ефективність виробництва комбікормів є автоматизація технологічних процесів – зокрема, дозування сировини та гранулювання готової суміші. Удосконалення технологічного процесу суттєво знижує рівень браку та підвищує ефективність та стабільність роботи комбікормових заводів.

Дозування сипучих матеріалів виконується за допомогою механічних або автоматизованих пристроїв, які широко застосовуються в як періодичних, так і безперервних технологічних процесах.

Оскільки процес дозування вагомо залежний від фізичних характеристик сипучого матеріалу, їх необхідно враховувати при виборі відповідного обладнання. Одним з головних факторів є рухомість матеріалу.

Для точного дозування важливо знати основні властивості матеріалу. Зокрема, гранулометричний склад – це розподіл частинок за розмірами. Розмір частинок визначають за найбільшою лінійною величиною (в міліметрах). Гранулометричний склад встановлюють

методом ситового аналізу – просіюванням проби через сита з різними розмірами отворів, що дозволяє поділити матеріал на окремі фракції.

Зі зростанням неоднорідності матеріалу збільшується коливання продуктивності живильника і похибка дозування. При цьому сили зчеплення між частинками також значною мірою залежать від їх розмірного складу.

Автоматизація процесу виготовлення комбікормів дає змогу значно підвищити точність дозування, забезпечити однорідність сумішей, а також оптимізувати контроль за температурними режимами, вологістю та продуктивністю під час гранулювання. Особливо важливо враховувати фізико-механічні властивості сипучих матеріалів, які суттєво впливають на вибір обладнання та режимів його роботи.

1 Аналітична частина

1.1. Аналіз технологій виробництва комбікормових сумішей для тваринництва

Процес виробництва комбікормових сумішей складається з таких основних етапів:

1. Прийом і попередня підготовка сировини.
2. Дозування компонентів комбікорму у відповідності до розробленого рецепту.
3. Змішування компонентів до досягнення однорідної суміші.
4. Гранулювання (пресування) забезпечує високу якість та зручність зберігання.
5. Охолодження, просіювання та пакування готового продукту.

Залежно від наявного на підприємстві технологічного обладнання, технологічні процеси можуть бути організовані наступним чином:

1. Незалежне приготування всіх видів сировини з їх остаточним дозуванням на кінцевому етапі (тобто однокомпонентне подрібнення і дозування).
2. Формування проміжної суміші компонентів з двохетапним дозуванням (одночасне подрібнення кількох компонентів та двохетапне дозування).
3. Комплексна переробка сировини з подальшим змішуванням, що включає подрібнення, підготовку інших компонентів та двохетапне дозування (подібно до другого варіанта).
4. Дозування всієї сировини з подальшою їх спільною переробкою.

Перший метод (див. рис. 1.1) реалізується наступним чином: кожен тип зернової сировини проходить очищення від соломи та бур'янів, камінців, металевих включень та іншого сміття. Після цього здійснюється одно- або двоетапне подрібнення. Потім сировина накопичується в наддозаторних бункерах. Далі шроти очищаються і при необхідності подрібнюються, просіюються або доводяться до необхідної фракції та подаються на дозування. Додаткові види сировини (харчові відходи, мінеральні, порошкоподібні компоненти) готуються окремими лініями і також подаються у бункери. Після підготовки всі компоненти, залежно від складу комбікорму, дозуються і змішуються, а отриману суміш направляють на прес-гранулятор чи на склади для зберігання.

Другий варіант передбачає попереднє змішування зернових, гранульованих та інших компонентів, які після змішування подрібнюються й накопичуються. Білкову і мінеральну сировину готують окремо – очищають, подрібнюють, змішують – і подають у відповідні бункери. Під час фінального змішування на головній лінії всі підготовлені компоненти дозують та об'єднують у готову суміш, яку потім гранулюють або подають на зберігання.

Третій варіант базується на тому, що вся очищена сировина одразу подається на дозування, а потім – на спільне подрібнення й змішування з можливим просіюванням.

Четвертий варіант передбачає початкове змішування та дозування всіх компонентів, після чого суміш надходить до дробарок і подрібнюється за один або два проходи.

Існують і інші модифікації технологічного процесу, які враховують особливості конкретного виробництва.

Виробництво білково-вітамінних добавок (БВД) організовують за технологією, аналогічною до виготовлення комбікормів. На окремих підприємствах, що спеціалізуються на кормах для молодняка чи

промислових комплексів, застосовують додаткові лінії глибокої обробки зерна: повторне гранулювання, плющення, екструдкування, лущення, мікронізація, обсмажування тощо.

Вибір технологічної лінії залежить від попиту на конкретні види комбікормової продукції.

Графічне відображення технологічної схеми (підприємства чи цеху) має включати:

- вузол приймання сировини з описом продуктивності та методу розвантаження;
- склади з зазначенням їх об'єму;
- транспортні лінії для переміщення сировини;
- основне та допоміжне обладнання з характеристиками;
- напрямки руху сировини, продукції та відходів;
- місця навантаження, їх продуктивність і типи завантажувальних пристроїв;
- магнітні пастки для уловлювання металодомішок.

Для окремих виробничих ділянок рекомендується створювати детальні робочі схеми технологічних процесів і обладнання. Усі етапи виготовлення комбікормів, БВД і преміксів мають відповідати чинним технічним регламентам та проектній документації.

1.2. Автоматизовані лінії та обладнання для однокомпонентного подрібнення та одноетапного дозування компонентів комбікормів

У технологічному процесі однокомпонентного подрібнення та одноетапного дозування (рис. 1.2) використовуються спеціалізовані автоматизовані лінії.

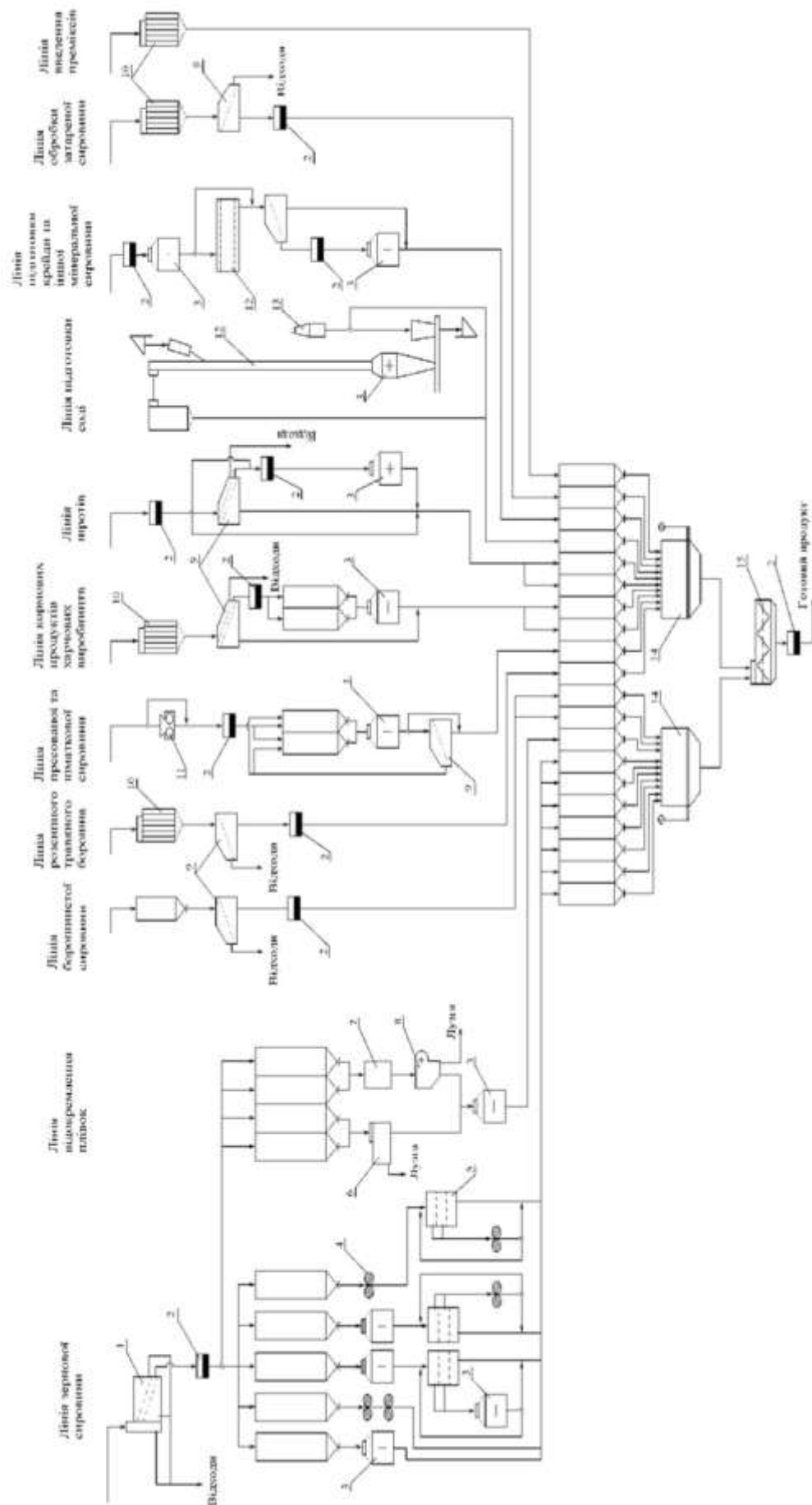


Рис. 1.2 - Принципова схема виробництва комбікормів з підготовкою кожного компоненту окремо та багатокомпонентним ваговим дозуванням: 1 – зерноочисний сепаратор; 2 – магнітний захист; 3 – дробарка; 4 – вальцовий верстат; 5 – розсіюник; 6 – лушпильна машина; 7 – лущильно-шліфувальна машина; 8 – повітряний сепаратор; 9 – просівувач; 10 – шлюзовувач; 11 – макухоломач; 12 – сушарка; 13 – контер; 14 – вагові дозатори; 15 – змішувач.

На етапі підготовки сировини виконують очищення та подрібнення зернової маси різних сільськогосподарських культур. Режим роботи очищувальних агрегатів налаштовують залежно від типу та якісних характеристик зерна.

Сепараційні машини мають забезпечувати високий рівень видалення сторонніх та мінеральних домішок, не допускаючи втрати зерна понад 2% у відходах.

Для видалення металевих домішок на виробничій лінії передбачено встановлення електромагнітних сепараторів або магнітних колонок із постійними магнітами згідно з чинними нормативами. Основні операції з подрібнення зернової сировини для виготовлення комбікормів, концентратів і білково-вітамінних домішок здійснюються за допомогою молоткових дробарок або вальцових верстатів.

Плівчасті зернові культури луцять у спеціальних цехах або безпосередньо на лініях комбікормових заводів. У кормах для молодняка, птиці та хутрових тварин перевагу надають лущеному вівсу та ячменю. Очищене зерно плівчастих культур піддається луценню за однією з двох схем:

- перша схема: подрібнення на молоткових дробарках або вальцових верстатах, після чого в просіювальній машині із двома ситами відокремлюють три фракції. Найбільші частки, що не проходять через перше сито, повертаються на додаткове подрібнення. Проміжні фракції спрямовуються в аспіратори для виділення лузги та мучки, тоді як найдрібніші частинки утворюють очищений зерновий продукт.

- друга схема: використання луцильних, луцильно-шліфувальних або оббивальних машин із абразивними робочими циліндрами.

Лінія підготовки розсипного трав'яного борошна виконує операції з розпакування, очищення від сторонніх і металоманітних часток, а також подачі в наддозаторні бункери. Розпаковування здійснюється в

розтарювальних установках або в шафах із пиловловлювачами. Просіювальні машини використовуються для видалення небажаних домішок, а подача очищеної маси виконується пневмотранспортом.

Лінії підготовки компонентів тваринного походження (кісткове, кров'яне та рибне борошно, тощо), а також білково-жирових концентратів і кормових дріжджів включають сортування та очищення від небажаних домішок.

Для подрібнення пресованої або кускової сировини (макуха, жом, кукурудза в качанах) передбачено спеціалізовані дробарки. Первинне подрібнення до фракцій 20...30 мм здійснюється з наступним доведенням до стандартної крупності у молоткових дробарках. Після подрібнення суміш просіюється, використовуючи решітчасті полотна з отворами 2...6 мм або дротяні сита (1,6×1,6...5×5 мм).

Сировину, що надходить в упаковці (наприклад, сухе знежирене молоко, амінокислоти, кормові фосфати, тощо), обробляють на спеціальних розтарювальних лініях, що не передбачають додаткового подрібнення.

Лінія підготовки кухонної солі виконує сушіння, просіювання та подрібнення продукту, тоді як обробка мінеральної сировини (крейда, вапняк, черепашкова мука) передбачає сушіння в спеціалізованих установках або за допомогою теплого повітря безпосередньо в місці зберігання.

Дозування та змішування компонентів здійснюється відповідно до заданої рецептури з використанням попередньо підготовлених інгредієнтів. Компоненти завантажуються в бункери, обладнані системами розвантаження, адаптованими до сипких властивостей матеріалів. Для дозування застосовують:

- вагові дозатори (періодичної або безперервної дії);
- об'ємні дозатори (безперервної дії).

На змішувальній лінії можуть бути встановлені один або два змішувачі. При застосуванні двох змішувачів у послідовному режимі продуктивність підвищується до $1,5 Q_1$, у паралельному – до $1,7 Q_1$, де Q_1 – продуктивність одного змішувача. Рекомендована тривалість оптимального змішування – 4 хвилини.

1.3 Автоматизовані лінії для приготування кормових сумішей із попереднім формуванням компонентів

Технологія, що передбачає багатокомпонентне подрібнення і двоетапне дозування, реалізується на виробництві через використання складських ємностей як наддозаторних бункерів (рис. 1.3). У межах цієї технології застосовуються такі автоматизовані лінії:

- лінія первинного очищення зернової сировини, що забезпечує видалення домішок перед подальшою обробкою;
- лінія попереднього очищення шротів, яка дозволяє підготувати жиромісну сировину до змішування;
- лінія формування попередньої суміші із зернових, гранульованих та інших компонентів, що полегшує подальше дозування;
- лінія формування білково-мінеральної попередньої суміші – може реалізовуватись як у вигляді окремої виробничої лінії, так і у вигляді цеху;
- лінія обробки борошністої сировини, призначена для підготовки борошна до включення в комбікорм;
- лінія підготовки шротів, яка забезпечує їх оптимальний стан для подальшого змішування;
- лінія подачі білково-мінеральної суміші, що транспортує попередньо підготовлені компоненти в бункери;

- лінія основного дозування та змішування, яка виконує завершальне формування комбікорму відповідно до заданої рецептури.

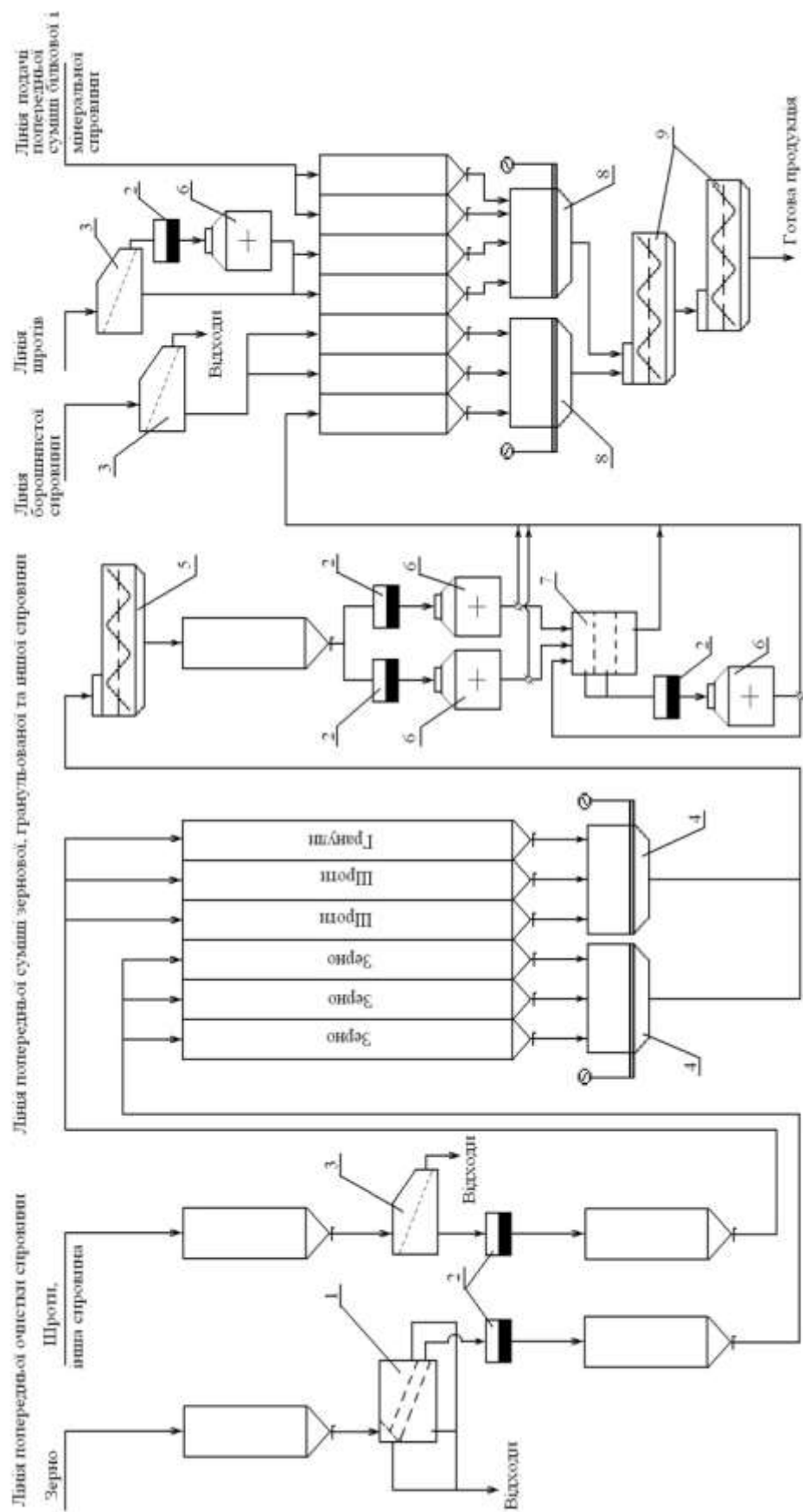


Рис. 1.3 - Принципова технологічна схема виробництва комбікормів з формуванням попередніх сумішей зернових, гранульованих та інших компонентів і багатокомпонентним ваговим дозуванням:

1 – зерноочисний сепаратор; 2 – магнітний захист; 3 – просіювач; 4 – дозатор вагові багатокомпонентні лінії попередньої суміші; 5 – змішувач попереднього змішування; 6 – дробарка; 7 – розсійник; 8 – дозатори вагові багатокомпонентні лінії основного дозування; 9 – змішувач лінії основного дозування.

1.4. Автоматизоване виробництво комбікормів за варіантом спільної порційної переробки сировини

У межах цієї технології, що базується на багатокомпонентному подрібненні та двоетапному дозуванні, складські силоси підприємства виконують функцію наддозаторних ємностей (рис. 1.4). Для реалізації цього технологічного підходу [29] впроваджуються такі автоматизовані виробничі лінії:

- лінія очистки подрібнених або гранульованих компонентів комбікорму, що забезпечує видалення домішок для їх подальшої переробки;
- лінія очищення шротів, що підготовлює жиромістку сировину до спільної обробки;
- лінія обробки борошнистих компонентів, призначена для очищення та подачі до змішувального вузла;
- лінія попередньої обробки білкових та мінеральних добавок, що забезпечує їх подрібнення та сортування;
- лінія одночасного перероблення подрібнених або гранульованих компонентів комбікорму, що дозволяє ефективно об'єднувати різні види сировини в єдиному потоці;
- лінія спільного перероблення білкових та мінеральних добавок, що забезпечує рівномірність та однорідність попередньої суміші;
- лінія дозування та змішування, де відбувається точне зважування та ретельне перемішування усіх підготовлених компонентів відповідно до рецептури комбікорму.

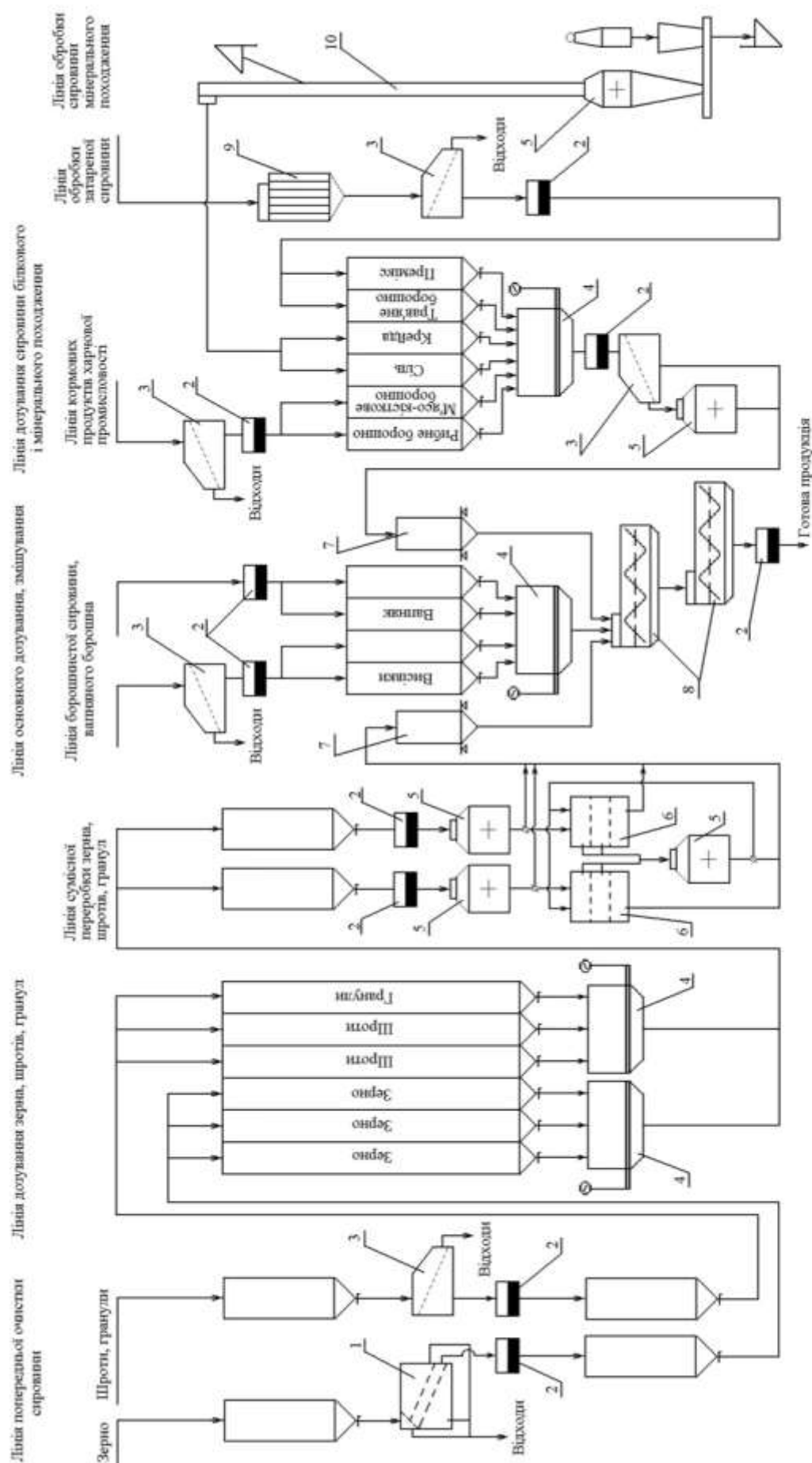


Рис. 1.4 - Принципова технологічна схема виробництва комбікормів із сумісною порційною переробкою сировини:

1 – зерноочисний сепаратор; 2 – магнітний захист; 3 – просіювач; 4 – дозатор ваговий багатокомпонентний; 5 – дробарка; 6 – розсіювач; 7 – бункер на тензодатчиках; 8 – змішувач; 9 – шпелювальник.

1.5 Автоматизоване виробництво комбікормів із дозуванням усіх компонентів і спільною обробкою суміші

Цей варіант технологічного процесу передбачає одноетапне дозування та багатокомпонентне подрібнення. Попередньо очищені від механічних і металоманітних домішок зернові, гранульовані, борошністі компоненти, шроти, а також білково-мінеральна суміш спочатку дозуються, змішуються, а вже потім піддаються спільному подрібненню до необхідної фракції.

Принципова схема технологічного процесу показана на рис. 1.5. У межах виробничого цеху передбачено функціонування таких автоматизованих ліній:

- лінії попереднього очищення зернової, борошністої, гранульованої сировини та шротів;
- лінії транспортування білково-мінеральної попередньої суміші;
- лінії дозування та змішування компонентів;
- лінії спільного подрібнення отриманої суміші.

Лінії очищення сировини (зернової, гранульованої, борошністої та шротів) комплектуються згідно з принципами, описаними у попередніх варіантах технологій (пункти 1.2 і 1.3).

Лінія подачі білково-мінеральної попередньої суміші включає транспортні засоби, які транспортують підготовлену суміш до наддозаторних бункерів. Ця суміш формується заздалегідь у центральному пункті змішування (ЦПЗ) або на спеціалізованій підготовчій лінії. До її складу можуть входити компоненти тваринного й мінерального походження, кормові дріжджі, трав'яне борошно, премікси, шроти, тощо.

1.6 Принцип роботи та технічні характеристики преса-гранулятора ОГМ-1,5

Прес-гранулятор ОГМ-1,5 (рис. 1.6) складається з преса 1 встановленого на рамі 2, змішувача 3, шнекового дозатора 4 і редуктора 5. Також прес-гранулятор обладнаний бункером-нагромаджувачем для дозованої подачі сировини на прес.

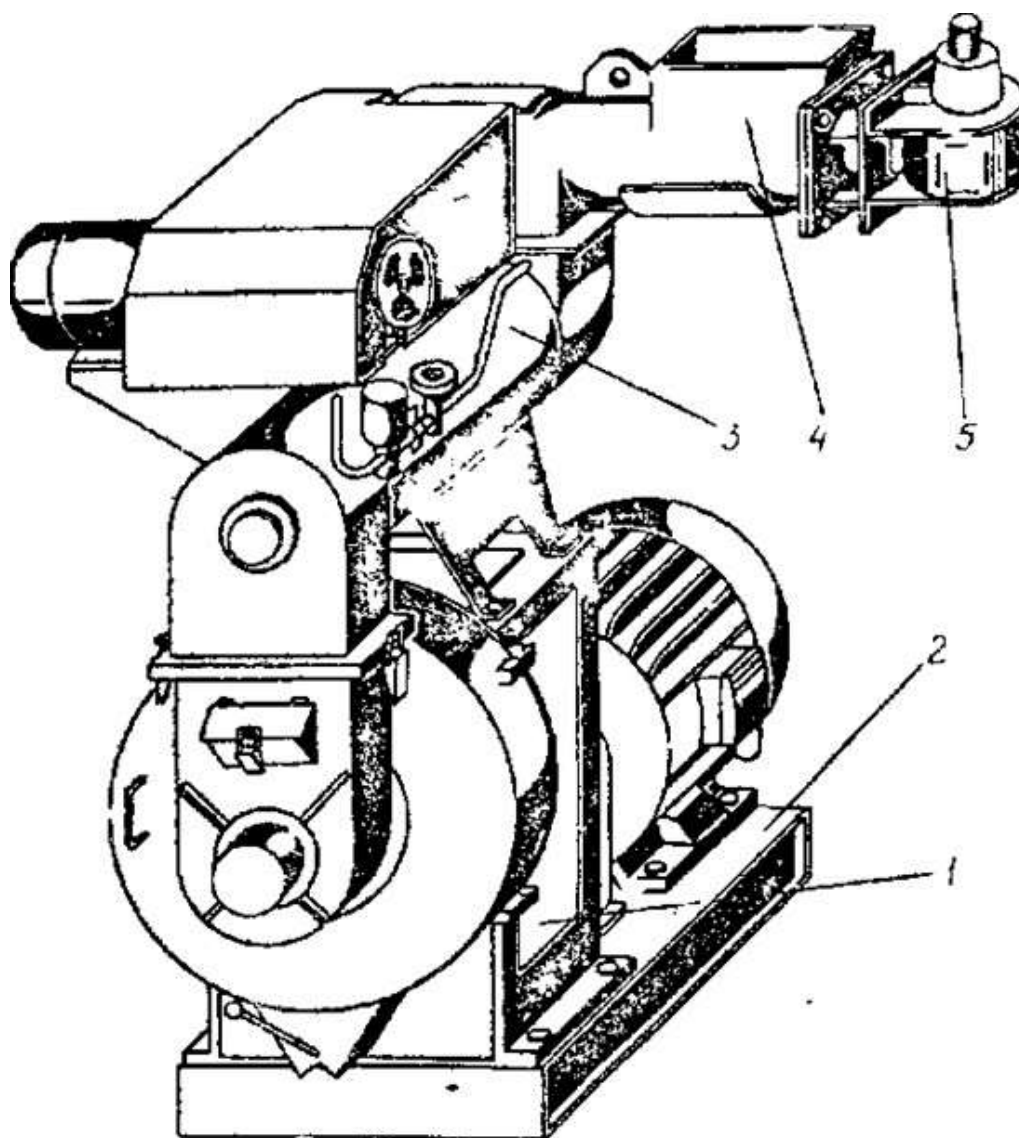


Рис. 1.6 - Загальний вигляд преса-гранулятора.

Дозатор рівномірно подає сировину на змішувач 5, у якому компоненти піддаються зволоженню водою чи паром до такої вологості, що забезпечить якісне гранулювання (задана вологість забезпечить формування стійких до механічних впливів гранул) Після інтенсивного перемішування мішалкою змішувача, зволожена сировина подається в камеру пресування преса-гранулятора.

Прес - основна складова гранулятора (рис. 1.7). Він призначений для отримання гранул із зволоженої подрібненої сировини методом продавлювання її за допомогою двох вальців через безліч радіальних отворів циліндричної матриці.

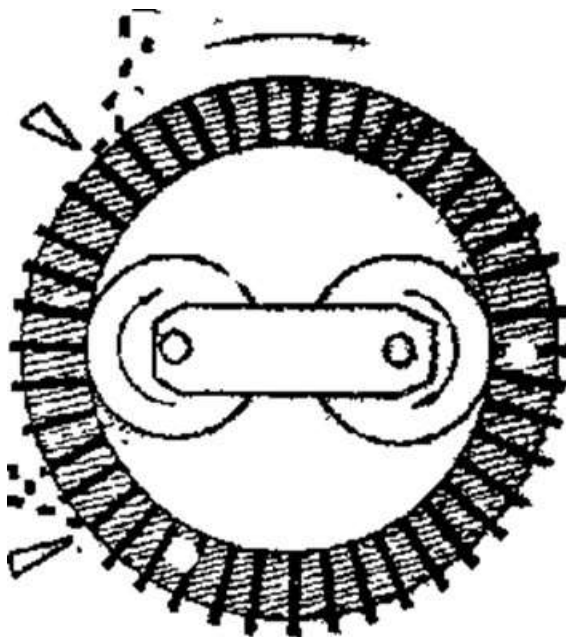


Рис. 1.7 - Принцип роботи преса.

Прес складається з вузла пресування з вертикальною кільцевою матрицею та двома пасивними вальцями, редуктора та приводу. У грануляторі передбачено захист преса від значних перевантажень.

Між робочими поверхнями вальців та матриці витримується зазор 0,3...0,5 мм, який встановлюють розвалом вальців за допомогою спеціальних важелів та болтів на передній плиті пресуючого вузла.

У пресовій камері подрібнена та зволожена сировина затягується між матрицею, що обертається, та за допомогою двох пресуючих вальців витискується через отвори цієї матриці. В результаті, під дією значного тиску, відбувається формування міцних циліндричних гранул. Витиснуті через отвори гранули відламуються при подальшому потраплянні на спеціальний ніж. Готові гранули нагромаджуються внизу, звідки за допомогою рукава кожуха вивантажуються з пресу, подаються на норію, і далі транспортуються в охолоджувач.

Гранули після пресування крихкі та нагріті до високої температури, тому їх необхідно швидко охолодити. В процесі охолодження знижується вологість гранул і в них проходять фізико-хімічні зміни. Це забезпечує набуття ними необхідної твердості, вологості та температури.

Технічні параметри преса-гранулятора ОГМ-1,5 представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Технічні параметри преса-гранулятора ОГМ-1,5.

Продуктивність, кг/год	1000 (залежно від виду сировини)
Потужність двигуна преса, кВт	75 (90; 110)
Потужність двигуна змішувача, кВт	2,2
Габарити (довжина x ширина x висота), мм	2250x1100x2100
Вид сировини гранулювання	всі види рослинних відходів
Підключення	трифазна мережа 380В, 50Гц
Маса в повній комплектації, кг	1800

1.7. Обґрунтування актуальності розробки автоматизованої потокової лінії виготовлення комбікормів

Аналіз стану і тенденція використання мікропроцесорних систем управління доводить, що доцільна розробка повністю цифрових, надійних безконтактних автоматизованих поточкових ліній, які можуть управляти всіма виробничими процесами з мінімальною присутністю операторів та налагоджувальників. Це дозволяє відмежувати персонал від шкідливих чинників технологічного процесу і поліпшити умови праці.

Сучасному сільському господарству необхідна сучасна надійна і проста в управлінні безконтактна апаратура управління. Контактні апарати потребують систематичного підходу, регулювання і недостатньо надійні в роботі, чим більше число релейно-контактних елементів в схемі управління, тим менша надійність такої схеми.

Для підвищення надійності роботи автоматичних керованих електроприводів у ряді випадків знаходять застосування безконтактні апарати, які, так само як і релейно-контактні, являються апаратами дискретної дії. Тому побудова систем управління із статичними безконтактними апаратами підчиняється тим же логічним законам що і структура релейно-контактних систем.

Безконтактна апаратура, в даному випадку на елементах цифрової логіки, має ряд переваг перед контактною апаратурою управління:

- відсутність іскроутворення
- висока механічна міцність
- стійкість до дії ударів і вібрацій
- тривалий термін служби
- мінімальний час включення і відключення
- безшумність в роботі
- мала потужність управління

- малі габаритні розміри
- не чутливість до навколишнього середовища.

2 Проектна частина

2.1. Основні етапи технологічного процесу гранулювання комбікормів

Гранулювання комбікормів – це технологічний процес, який полягає у перетворенні сипучої суміші кормових інгредієнтів у щільні гранули циліндричної форми. Цей процес широко використовується в тваринництві, оскільки дозволяє покращити збереження, транспортування та засвоєння кормів тваринами.

Гранульовані комбікорми та білково-вітамінні добавки (БВД) виготовляють для різних видів тварин, птиці чи риби. Якість таких продуктів повинна відповідати встановленим стандартам і технічним умовам. Процес гранулювання здійснюють на окремих лініях у межах виробничого цеху або корпусу (див. рис. 2.1).

Типова технологічна лінія гранулювання передбачає такі етапи:

- перевірка розсипних кормів та БВД на наявність металевих чи інших шкідливих включень, з наступним завантаження їх у бункер;
- провітрювання;
- формування гранул;
- охолодження сформованих гранул;
- розколювання гранул для виготовлення крупки;
- просіювання для вилучення дрібних часток;
- сортування подрібнених гранул;
- дозування кінцевого гранульованого продукту.

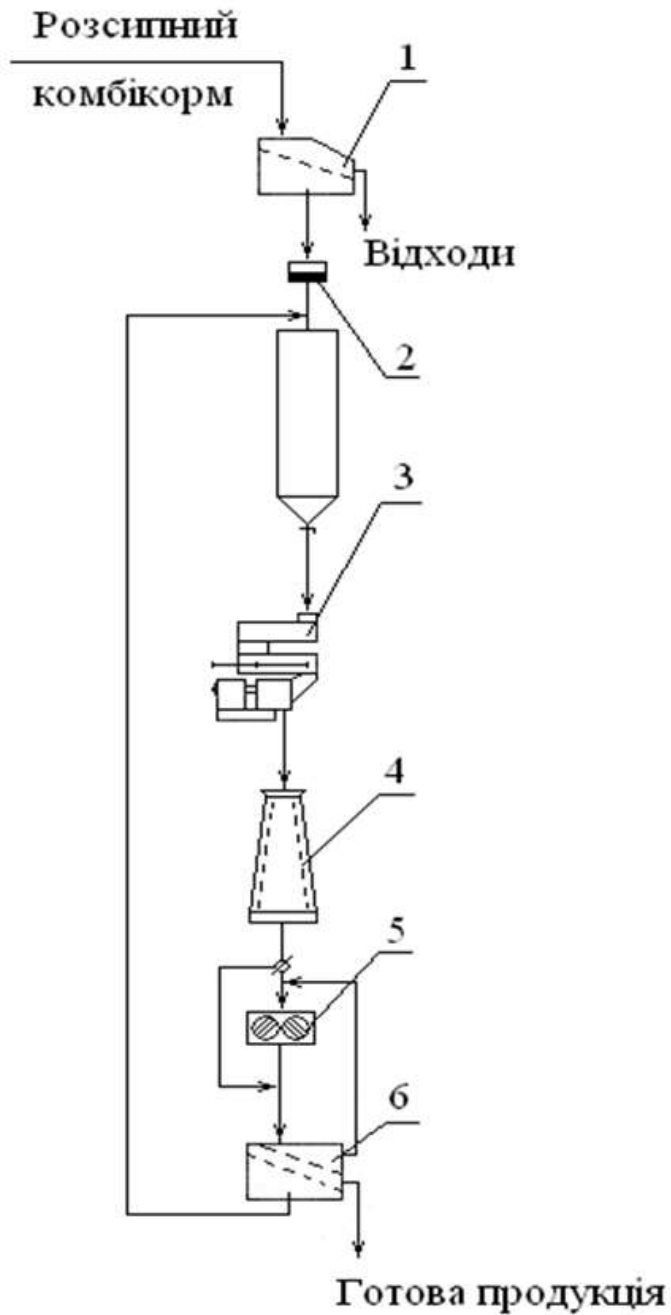


Рис. 2.1 - Принципова технологічна схема лінії гранулювання:
 1 – просіювач для розсипного комбікорму; 2 – магнітний очищувач;
 3 – прес-гранулятор; 4 – охолоджувальна колонка; 5 – подрібнювач
 гранул; 6 – просіювач для гранул та крупки.

Якщо розсипні корми чи БВД надходять на гранулювання з відділу готової продукції, перед прес-гранулятором обов'язково встановлюють магнітні уловлювачі й просіювачі. У просіювальних машинах використовують решітні полотна № 60...80 або дротяні сітки № 5...7. Додатково монтують вагові системи для контролю маси розсипного продукту.

Крупність частинок і однорідність суміші суттєво впливають на якість гранул. Дрібні, рівномірні частинки ущільнюються краще, що покращує зовнішній вигляд гранул і підвищує ефективність пресування. Для дрібних гранул особливо важлива якість подрібнення – середній діаметр частинок має становити 0,5...0,6 мм.

Методи гранулювання поділяються на сухий і вологий. Найчастіше використовують сухе гранулювання на пресах-грануляторах.

Сухий спосіб передбачає:

- пресування суміші;
- охолодження з одночасним підсушуванням гранул;
- просіювання для видалення дрібки та пилоподібних часток.

Основні параметри процесу:

- тиск пари: 0,2...0,5 МПа;
- витрати пари: 50...60 кг/т;
- вологість суміші: 15,5...17,0 %;
- температура гранул після преса: 60...80 °С.

Охолодження гранул реалізується за маловідходною технологією. В холодний період року охолоджувач розділяють на дві зони: сушильну (верхню третину) та охолоджувальну (нижні дві третини). У сушильну зону подається тепле повітря (10...20 °С, 4000...5000 м³/год), у нижню – зовнішнє або внутрішнє (6000...8000 м³/год). Тривалість обробки: 4...6 хв у сушильній зоні, 6...8 хв в охолоджувальній. Швидкість фільтрації повітря – 0,45 м/с.

У теплу пору охолодження здійснюють однозонно – повітря надходить по всій висоті охолоджувача (12000 м³/год).

Альтернативні методи гранулювання можуть не використовувати пару – натомість застосовують гідрол, мелясу, кукурудзяний екстракт або воду. Такий варіант знижує якість продукції та продуктивність установки. При зволоженні водою вологість суміші має становити 16...17,5 %.

Охолоджувач також може бути поділений на зони сушіння та охолодження, із застосуванням конфузорів для відведення повітря. Засувки дозволяють регулювати обсяг подачі повітря.

Режими сушіння та охолодження:

- витрати теплоносія: 2500...3000 м³/год на тонну;
- витрати охолоджувального повітря: 1000–2000 м³/год на тонну;
- температура теплоносія: 60...80 °С (гранули 4,7 мм), 80...100 °С (гранули 7,7 мм);
- швидкість фільтрації: 0,45 м/с;
- тривалість сушіння: 6...8 хв;
- тривалість охолодження: 6...8 хв.

Для кормів для кролів, що містять багато волокон (трав'яне борошно), використовують сухе гранулювання із додаванням меляси або бентоніту:

- тиск пари: 0,28...0,33 МПа;
- витрати пари: 40..60 кг/т з меляси, 60...80 кг/т з бентонітом.

БВД із високим вмістом тваринного білка гранулюють за таких параметрів:

- тиск пари: 0,4...0,5 МПа;
- витрати пари: 60...80 кг/т.

Після гранулювання продукт охолоджують до температури, не трохи вищої від температури навколишнього середовища (не більше ніж на 10 °С). Потім гранули просіюють (решітне полотно № 20...25 або сітка № 1,6...2,0 мм), щоб відокремити дрібку.

Крупка, що виготовляється подрібненням гранул (діаметром 4,7; 7,7; 9,7 мм), рекомендована для молодняка, несучок, риби, кролів, а також свиней. Крупку поділяють на фракції за допомогою сит.

Для подрібнення використовують установки типу ДГ-III, Б6-ДГВ/3 або вальцові верстати з нарізними валками (2,0...2,8 рифлень/см при диференціалі 1:2,5). Відсортовану крупку, що не відповідає фракції, повертають на додаткове подрібнення або повторне пресування.

Вихід якісної крупки при дотриманні режимів має становити не менше 70 %. Для цього слід забезпечити правильну крупність розсипного корму перед гранулюванням (залишок на ситі з отворами 2 мм – не більше 5 %), а також направляти грубі частинки на додаткове подрібнення.

2.2. Коротка характеристика підприємства з виробництва комбікормів

Основними діяльностями ТОВ “Збаразький КХП” є виробництво і реалізація комбікормів; науково-дослідні роботи по розробці і впровадженні комбікормів з різними добавками зокрема з використанням місцевої сировинної бази; виробництво і реалізація товарів споживання і засобів виробництва.

Види продукції ТОВ “Збаразький КХП”: комбікорми для великої рогатої худоби, відгодівлі свиней і птахів; мука і соняшникова олія.

Займана територія підприємства складає 5.02 гектара.

На балансі заводу знаходяться: комбікормовий цех продуктивністю 100 тонн в зміну, потужністю електроустаткування 300 кВт, зерносушарка ДСП-50 продуктивністю 50 тон/год потужністю електроустаткування 196 кВт. Цех по переробці насіння соняшнику продуктивністю 12 тон/год потужністю електроустаткування 93 кВт, мукомельний цех продуктивністю

5 тон/в зміну потужністю електроустаткування 38 кВт.

Газифікована котельня з котлами Е 1/9 – 2 штуки робочих, 1 - резервний, продуктивністю 2 тони пари за годину. Складські приміщення підлогового зберігання - 2 склади по 4000 тон, силосні ями - 6 штук по 500 тон, склад м'якої сировини місткістю 2000 тон, 7 бункерів готової продукції по 50 тон. Механічні майстерні, бокси для техобслуговування автотранспорту, вагова, матеріальний склад, їдальня, душова. Склад ГЗМ загальним об'ємом – 250 кубічних метрів.

Водопостачання - міський водопровід.

Чисельність працюючих основного виробництва на підприємстві пов'язаних з експлуатацією - 55 осіб, зокрема ІТП – 12, робітників – 43.

Чисельність ремонтного складу ІТП – 2, робітників – 4.

Планова чисельність працюючих – 60 чоловік.

Підприємство забезпечується електроенергією по ВЛ 10 кВ Ф- 153 із знижуючих трансформаторних підстанцій 35/10 кВ. На балансі господарства трансформаторні підстанції КТП 400кВА – 2 штуки і КТП 630 кВА - 1 штука.

Таблиця 2.1 - Споживання електроенергії по підприємству

Назва	Тисяч кВт.г
Всього отримано електроенергії	650
Витрачено електроенергії:	
на виробничі потреби	628
на освітлення	22

На підприємстві застосовується наступна низьковольтна апаратура управління і захисту:

Силові шафи управління типу: РУСА – 8109; РУСА – 5909

Силові шафи типу: ПР 93; СПУ – 62 – 111

Магнітні пускачі типу: ПМЕ – 222; ПМЕ – 112; ПАИ – 321;

ПАИ – 421; ПМЛ 210002ОН

Автоматичні вимикачі: АП – 50 – 3МТ; А 3163; А 3113; АЕ2033; АЕ 2036; АЕ 961; АЕ 2063.

Кнопки управління серії: ПК; ПМЕ.

Освітлювальна апаратура і світильники НСП – 200

Проводка прихована в трубах: АПВ; АППВ. Кабелі: КГВ, АВВГ.

Таблиця 2.2 - Електроустаткування господарства

Тип обладнання, місце встановлення	Двигуни			Апаратура управління			
	Мар- ка	Потуж- ність	К- сть	Автома- ти	К- сть	Пускачі	К- сть
1	2	3	4	5	6	7	8
Комбікормовий цех	4А	11	1	АЕ 2036	1	ПАИ- 321	1
Норія завантаження № 1	4А	13	1	АЕ 2056	1	ПАИ- 321	1
Тр-р ТСЦ верхньої галереї	4А	7,5	1	АП-50	1	ПМЛ- 210	1
Норія завантаження № 2	4А	1,3	1	АП-50	1	ПМЕ- 112	1
Тр-р завантаження	АИР	7,5	1	АП-50	1	ПАИ- 321	1
Стрічковий тр-р	АИР	7,5	1	АП-50	1	ПАИ- 321	1
Стрічковий тр-р нижньої галереї	4А	4	1	АЕ 2033	1	ПМЛ- 210	1

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Тр-р ТСЦ	АИР	2,2	1	АЕ 2033	1	ПМЛ-121	1
Норія зернова	4А	4	1	АЕ 2033	1	ПМЛ-221	1
Дробилки ДДН	4А	55	3	АЕ 2056	3	ПАЕ-612	3
Тр-р ТСЦ	4А	7,5	1	АП-50	1	ПМЛ-321	1
Норія готової продукції	4А	7,5	1	АП-50	1	ПМЛ-321	1
Тр-ри ТСЦ	4А	4	3	АП-50	3	ПМЛ-210	3
Шнек добавок	4А	2,2	2	АЕ 2033	2	ПМЛ-121	2
Норія добавок	АИР	2,2	1	АЕ 2033	1	ПМЛ-321	1
Вентиль нижній	4А	7,5	1	АП-50	1	ПМЛ-221	1
Тр-р добавок	4А	4	1	АП-50	1	ПМЛ-221	1
Аспірація	4А	10	1	АЕ 2036	1	ПАЕ-421	1
Шлюзовий затвор	4А	1,1	1	АЕ 2033	1	ПАЕ-121	1
Норія розвантаж. Зерносушилка ДСП – 50	4А	7,5	1	АП-50	1	ПМЛ-321	1
Вентилятори	АИР	55	2	АЕ 2056	2	ПМЛ 621	2
Ел двигуни розвантаж.	4А	3	2	АЕ 2033	2	ПМЛ121	2
Норія розвантаж.	4А	22	1	АЕ 2036	1	ПМЛ421	1
Рециркуляційні норії	4А	22	2	АЕ 2036	2	ПМЛ421	2
Тр-р стрічковий ЛТ-6	4А	3	1	АЕ 2033	1	ПМЛ 121	1
Автопідйомник	АИР	11	1	АЕ 2036	1	ПАЕ 321	1

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Масложировий цех	АИР	2,2	1	АЕ 2033	1	ПМЛ 121	1
Приймальна норія	АИР	3	1	АЕ 2033	1	ПМЛ 121	1
Сепаратор	АИР	5	1	АЕ 2033	1	ПМЛ 221	1
Рушбарaban	АИР	3	1	АЕ 2033	1	ПМЛ 121	1
Вентилятор	АИР	13	1	АЕ 2056	1	ПМЛ 321	1
Вальцевий верстат	АИР	4	1	АЕ 2033	1	ПМЛ 221	1
Норія	АИР	18,5	1	АЕ 2033	1	ПМЛ 421	1
Жаровня	АИР	13	3	АЕ 2065	3	ПМЛ 321	3
Преси	АИР	4	1	АП-50	1	ПМЛ 221	1
Тр-р готової продукції	АИР	1,5	2	АП-50	2	ПАЇ 121	
Шнек готової продукції	АИР	5	1	АЕ 2033	1	ПМЛ 221	2
Шнек олії	АИР	1,1	1	АЕ 2033	1	ПМЛ 121	1
Гущеловушка	АИР	0,75	1	АП-50	1	ПМЛ 121	1
Шнек	АИР	1,1	1	АЕ 2033	1	ПМЛ 121	1
Шнек	АИР	1,5	5	АЕ 2020	5	ПМЛ 121	1
Насос олії	АИР	2,2	1	АЕ 2020	1	ПМЛ 121	5
Мукомельний цех	АИР	7,5	1	АП-50	1	ПМЛ 321	1
Приймальна норія	АИР	1,1	6	АЕ 2033	6	ПМЛ 121	1
Вентилятор	АИР	2,2	1	АЕ 2020	1	ПМЛ 121	1
Млин	АИР	7,5	2	АЕ 2036	2	ПМЛ 321	1

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7
Мішкозашивочний верстат ЦЕХ ДОБАВОК	АИР	2,2	1	АЕ 2020	1	ПМЛ 121
Дробарка ИТР	4А	132	1	АЕ 3056	1	ПАИ 621
Дробарка ДДМ	4А	55	1	АЕ 2036	1	ПМЛ 121
Норія	4А	3	1	АЕ 2033	1	ПМЛ 121
Стрічковий тр-р	4А	3	1	АЕ 2033	1	ПМЛ 321
Шнековий тр-р	4А	11	1	АЕ 2036	1	ПМЛ 221
Аспірація	4А	4	1	АП-50	1	ПМЛ 121
Циклон	4А	2,2	1	АП-50	1	ПАЇ 222
КОТЕЛЬНЯ						
Насос опалювання №1	4А	5,5	1	АП-50	1	ПАИ 222
Насос опалювання №2	4А	4	1	АП-50	1	ПАИ 222
Насос гарячого	4А	4	1	АП-50	1	ПАИ 222
водопостачання №1	4А	4	1	АП-50	1	ПАИ 121
Насос гарячого	АИР	2,2	2	АП-50	2	ПМЛ 121
водопостачання №2						
Сольові насоси	4А	3	3	АП-50	3	ПМЛ 121
Поршневі насоси	АИР	3	3	АП-50	3	ПМЛ 122
Димососи котлів	4А	2,2	3	АП-50	3	ПМЛ 122
Компресор	4А	2,2	1	АП50	1	ПМЛ 222
Тельфель	4А	4	1	АП-50	1	ПМЛ 122

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8
ЛАБОРАТОРІЯ							
Дистилятор	4А	2,2	1	АП-50	1	ПМЛ 121	1
Ел. сушильна шафа	-	1	1	АЕ 2020			
ЇДАЛЬНЯ							
Ел. Плити	-	1,5	2	АЕ 2033	1	-	
Витяжний	-	30	2	АЕ 2036	2	-	
вентилятор							
Ел. м'ясорубка	4А	0,75	1	АЕ 2020	2	ПМЛ 422	2
ТЕСЛЯРСЬКА							
МАЙСТЕРНЯ							
Строгальний	4А	1,1	1	АЕ 2030	1	ПМЛ 121	1
верстат							
Циркулярна пила	4А	5,5	1	АЕ 2033	1	ПМЛ 121	1
Компресор	4А	4	1	АЕ 2033	1	ПМЛ 222	1
Дробарка крейдяна	4А	3	1	АП-50	1	ПАИ 222	1
МАЙСТЕРНІ							
Токарний верстат	4А	2,2	1	АП-50	1	ПМЛ 121	1
№1							
Токарний верстат	АИР	22	1	АЕ 2056	1	ПМЛ 121	1
№2							
Заточний верстат	АИР	1,5	1	АЕ 2036	1	ПМЛ 422	1
Зварювальний	АИР	11	1	АЕ 2020	1	ПМЛ 121	1
трансформатор №1							
Зварювальний	АИР	0,75	1	АЕ 2056	1	ПАИ 322	1
трансформатор №2							

Розрахунок об'єму електрогосподарства в умовних одиницях

Об'єм господарства визначається по кількості діючих установок і електроустаткування перерахованих в умовні одиниці. За 1 умовну одиницю береться обслуговування асинхронного коротко замкнутого електродвигуна, потужністю понад 10 кВт, забезпеченого приладами для автоматичного управління і захисту. Всі інші види електроустаткування і електроустановок прирівнюються через коефіцієнти. Об'єм електрогосподарства в перерахунку на умовні одиниці визначається в цілому по господарству, а також може визначатися по окремих цехах, СТО, і так далі.

Таблиця 2.3 - Розрахунок електрогосподарства в умовних одиницях

Устаткування електроустановки і споруди	Од. вим	Кільк.	Показн . ум. од.	Умов. один.
1	2	3	4	5
Лінія електропередач 0,4кВ з/б опори	1 км.	3	3,93	11,79
Комплектні трансформаторні підстанції	1 станція	4	2,5	10
Розподільчі пункти, силові щити управління до 1000В	1 приєд	164	0,5	82
Кабельні лінії до 1000В	1 км.	2	1,29	2,58
Електродвигуни з ПЗА				
До 10 кВт	1 ел двиг	87	0,7	60,9
10 – 20 кВт	1 ел двиг	9	0,1	9
понад 20 кВт	1 ел двиг	16	0,1	16
Внутрішні силові освітлювальні проводки у виробничих приміщеннях	100м	66	0,5	33

Теж в громадських приміщеннях	50м	6	0,2	1,2
-------------------------------	-----	---	-----	-----

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5
Зварювальний трансформатор	1 устан.	4	0,5	2
Зарядний агрегат	1	2	0,5	1
Електровулканізатор	1	1	0,3	0,3
Освітлення зовнішнє	10 світ.	4	1,35	5,4
Будівля заводууправління	10 світ.	3,4	0,65	2,2
Агрегат КШП	1 устан.	2	4,6	4,6
Всього:				260у.о.

2.3. Розроблення функціональної схеми автоматизації процесу гранулювання комбікормів

Для підвищення ефективності використання сипучих матеріалів їх піддають гранулюванню. В результаті фізичних властивостей початкового матеріалу він набуває великої об'ємної маси, хорошої сипучості, стає більш транспортабельним. При перевезеннях такої сировини втрат значно менше.

Застосування гранульованих комбікормів при годуванні птахів, сільськогосподарських тварин і ставкової риби підвищує їх продуктивність, покращує умови завантаження і розвантаження комбікормів.

Гранулювання дасть можливість застосовувати прогресивніші методи годування з мінімальними втратами живильних і біологічних цінних речовин. Це пояснюється тим, що гранульовані комбікорми однорідні по складу і ефективніші для згодовування, зручніші для роздачі, краще

зберігаються тривалий час. У них виключена можливість самосортування компонентів.

Гранулювання є продовженням технологічного процесу виготовлення розсипних комбікормів. На одних заводах процес гранулювання представлений лінією в єдиному ланцюгу виготовлення комбікормів, на інших – виділений в самостійний цех, побудований за типовим проектом або індивідуальним проектом.

При виробництві гранул можна встановлювати тільки одне сито в просіваючій машині з отворами діаметром 2-2,5 мм. Сходом з сита отримують готові гранули або крупу, а проходом - борошністу фракцію, січку, яку направляють на повторне пресування.

У комбікормовій промисловості гранулювання проводять так званим «сухим» способом за допомогою перегрітої пари. Гранулюванню комбікормів передують гідротермічна обробка розсипного комбікорму, тобто його зволоження і нагрів.

Під впливом пари завдяки підведенню тепла і вологи розсипний комбікорм піддається, з одного боку, структурно-механічним, з іншого, біохімічним змінам, внаслідок чого виходить продукт необхідної в'язкості для пресування. Склад комбікормів (вуглеводи, білки, жири і так далі) визначається його колоїдно-пористою структурою і сорбційною місткістю.

При поглинанні вологи калюїди набухають і видозмінюються. З підвищенням температури набухання відбувається інтенсивніше, і поліпшуються пластичні властивості комбікорму. Підвищення температури сприяє звільненню жиру з жирових кліток компонентів комбікормів, тим самим знижується в'язкість жиру і зволожується поверхня комбікормів.

Перераховані чинники сприяють поліпшенню фізичних властивостей комбікорму при пресуванні.

Біохімічні зміни комбікорму крохмалю при пропарюванні в основному зводяться до деякої зміни стану крохмалю, білків і активності ферментів.

При дії пари підвищується також поживність і обмінна енергія комбікорму.

Температура, тиск пари, а також час обробки є основними параметрами, що впливають на інтенсивність гідротермічної обробки. Їх слід враховувати при гранулюванні комбікормів для різних видів і груп тварин і птахів. У комбікормах для свиней, наприклад, переважають вуглеводи, тому температура і вологість повинні бути невисокими. Такий комбікорм поглинає обмежену кількість вологи і при перезволоженні парою можливе комкоутворення продукту, що призводить до погіршення процесу пресування.

При пресуванні комбікормів, що містять відносно високу кількість білків і незначну кількість клітковини, слід застосовувати вищі режими гідротермічної обробки. До таких комбікормів відносяться комбікорми для птахів, що володіють великою водопоглинальною здатністю.

Для нормальної роботи пресів-грануляторів, збереження їх робочих органів, отримання високоякісних гранул необхідно дотримувати деякі обов'язкові параметри і режими процесу гранулювання.

Першою важливою умовою стабільної роботи пресів є первинна вологість розсипного комбікорму, яка повинна бути в межах 11...12%. Додаткове зволоження при кондиціонуванні може коливатися від 2 до 5%. Зазвичай межа вологості після зволоження складає 17...18%.

Не менш важливим показником режиму гранулювання є тиск і витрата пари. У змішувач пресу подається пара тиском 0,3...0,4 МПа в кількості 50...60 кг на тону гранул. Високу ефективність гранулювання досягають застосуванням сухої гарячої пари високого тиску. Температура сухої пари повинна бути в межах 150...160°C. При цьому температура

гранул, що виходять з пресу повинна не перевищувати 80...90°C, а після проходження охолоджувальної колонки повинна бути не більше ніж на 5...10°C вищою за температуру навколишнього середовища. Високий температурний режим впливає на крохмаль зернових компонентів, що містяться в розсипних комбікормах. При цьому відносною температурою клейстеризації крохмалю є 80°C при вологості комбікормів 17%.

При охолоджуванні знижується температура і вологість гранул. Для цього застосовується всмоктуюча система аспірації. Холодне повітря, проходячи крізь масу гранул, підігрівається, зволожується, запиляється і прямує в циклон для відчистки, а потім викидається в атмосферу.

Час охолодження при діаметрі 4,7мм складає 5...6 хвилин, при діаметрі 7,7мм – 10 хвилин, при діаметрі 19мм – 18 хвилин. Для визначення кількості повітря необхідно враховувати діаметр охолоджених гранул. Залежно від цього змінюється і кількість повітря, що подається на охолодження. Воно коливається в наступних межах: 4,7мм – 1400...1900 м³/г на 1тону; 7,7мм – 1500...1900 м³/г; 9,7мм – 1800 м³/г; 12,7 – 1900...2300 м³/г; 19,0мм – 2100...2400 м³/г на 1 тону.

Швидкість повітря повинна бути 0,4...0,5 м/с при тиску рівному 1500Па.

На кількість гранул впливають їх розміри. Як правило, гранули з меншим діаметром міцніші. Крихкість гранул залежить від їх довжини. Крихкість коротких гранул більша ніж довгих, оскільки до зносу схильні більше місця зрізів, а циліндрова частина міцніша.

На міцність гранул впливає і величина помолу. При зменшенні розміру частинок комбікорму міцнісні властивості гранул комбікорму поліпшуються.

До якості гранульованих комбікормів пред'являються наступні вимоги:

- запах повинен відповідати набору доброякісних компонентів без цвілі і глинистого запаху;
- колір повинен відповідати кольору розсипного комбікорму, з якого готують гранули, або бути дещо темнішим;
- показник вологості – до 14.5%.

Залежно від призначення гранул діаметр їх коливається: для поросят у віці до 4 місяців він коливається від 4,7 до 9,7мм; дорослих птахів (курей, качок, індиків) – не більше 4,7мм; великої рогатої худоби 4,7...19,0 мм; дорослих овець 4,7...12,7мм і так далі.

Довжина окремих гранул повинна бути небільше двох діаметрів. Прохід через сито з отворами діаметром 2 мм: 5% для гранул діаметром 4,7...7,7мм і 10% - для гранул діаметром 7,7мм.

Велике значення надається показнику крихкості і розбухання гранул. Для ставкових і корокових риб він повинен становити не менше 10 хв.

Зберігати гранульовані комбікорми можна в тарі і безтарним способом на протязі двох місяців з моменту виготовлення. Практика роботи комбікормових підприємств показала, що найбільш прогресивним способом зберігання є безтарний.

На рис. 2.2 показана функціональна схема автоматизації процесу гранулювання комбікормів.

Розсипний комбікорм після зважування поступає в надпресовий бункер місткістю 2т, а потім поступає в шнек завантаження 3, далі в (змішувач) шнек дозатор 6 де комбікорм проходить обробку парою з паропроводу 14, далі живлячим шнеком 7 маса поступає в прес 8.

Після пресування гарячі гранули норією 9 подаються в охолоджуючу колонку 10, звідки гранули при необхідності поступають на подрібнення 11, а потім контролюються в сепараторові або просіваючій машині 12, де відділяються борошністі частинки.

Після сепарації гранули можуть спрямовуватися на завантаження або бункер зберігання через норію 13.

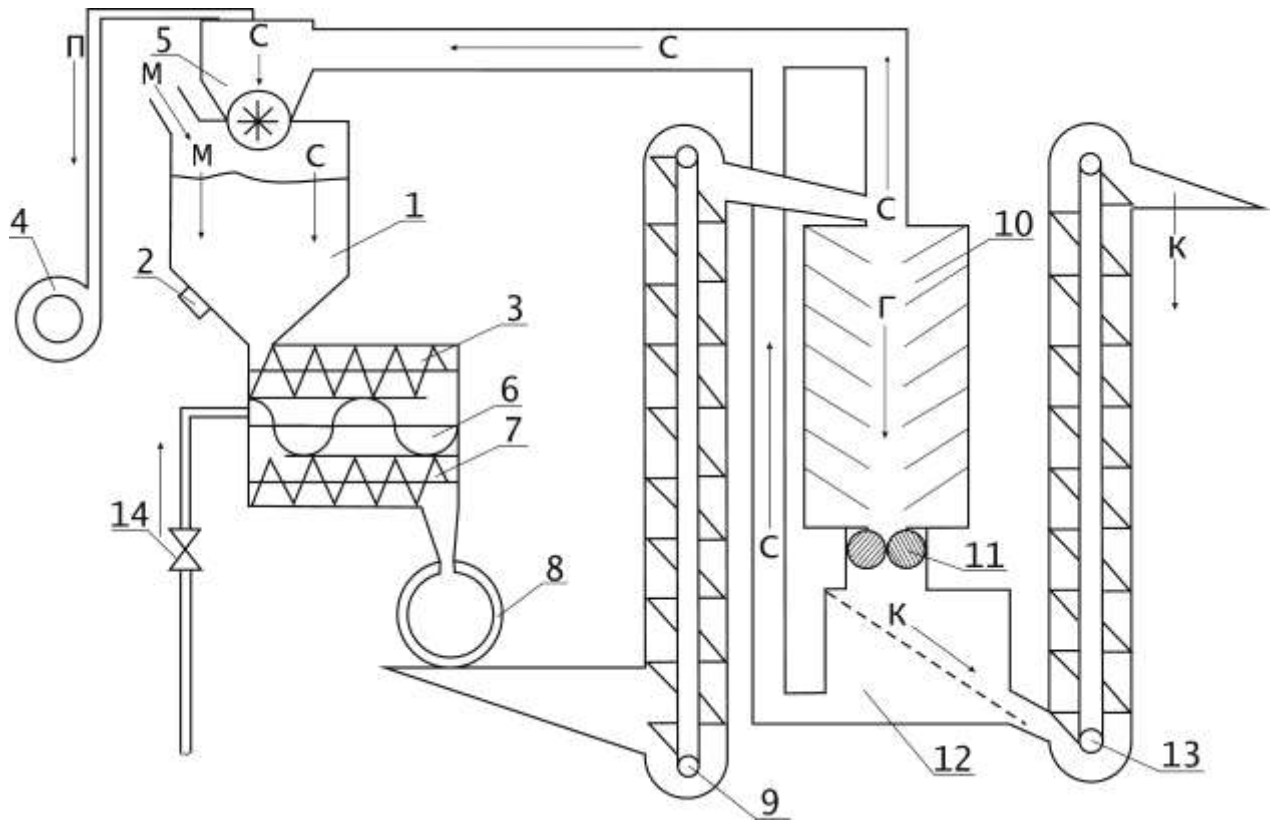


Рис. 2.2 - Функціональна схема автоматизації процесу гранулювання комбікормів: П - Повітря; М - комбікорм; С - січка; Г - гранули; К - крупка.

2.4. Розроблення системи автоматизованого управління пресом-гранулятором

Основою автоматизованої системи управління пресом-гранулятором являється персональна ЕОМ яка подає послідовні команди що забезпечують реалізацію алгоритмів виготовлення комбікормів. Функціональна електрична схема автоматизованої системи управління

пресом-гранулятором подана на рис. 2.3.

Послідовні команди з ЕОМ, що забезпечують реалізацію заданого алгоритму керування пресом-гранулятором поступають на пристрій спряження. Пристрій спряження розшифровує команди з ЕОМ і подає команди на силову частину схеми, в даному випадку на оптоелектронні гібридні напівпровідникові трьохфазні реле змінного струму великої потужності.

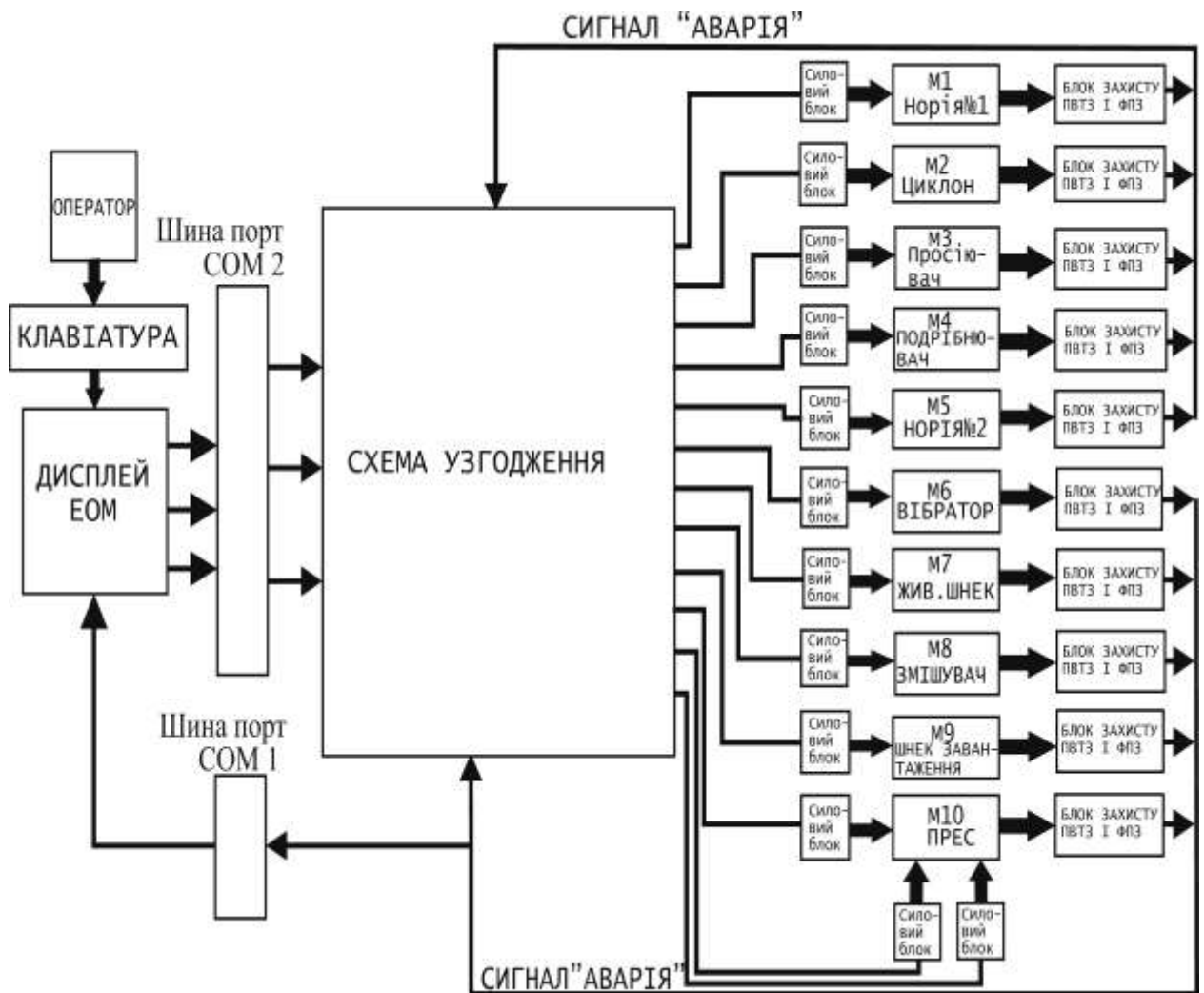


Рис. 2.3 - Функціональна електрична схема автоматизованої системи управління пресом-гранулятором.

Пристрій спряження (рис. 2.4) складається з дешифратора в який

входять логічні мікросхеми К155ИД3 (DD1 DD2) і К155ЛА3 (DD3).

Мікросхеми К155ЛА3 (DD4...DD9) виконують функцію елементів пам'яті які являються RS-тригерами виконаними на базі елементів 2І-НЕ.

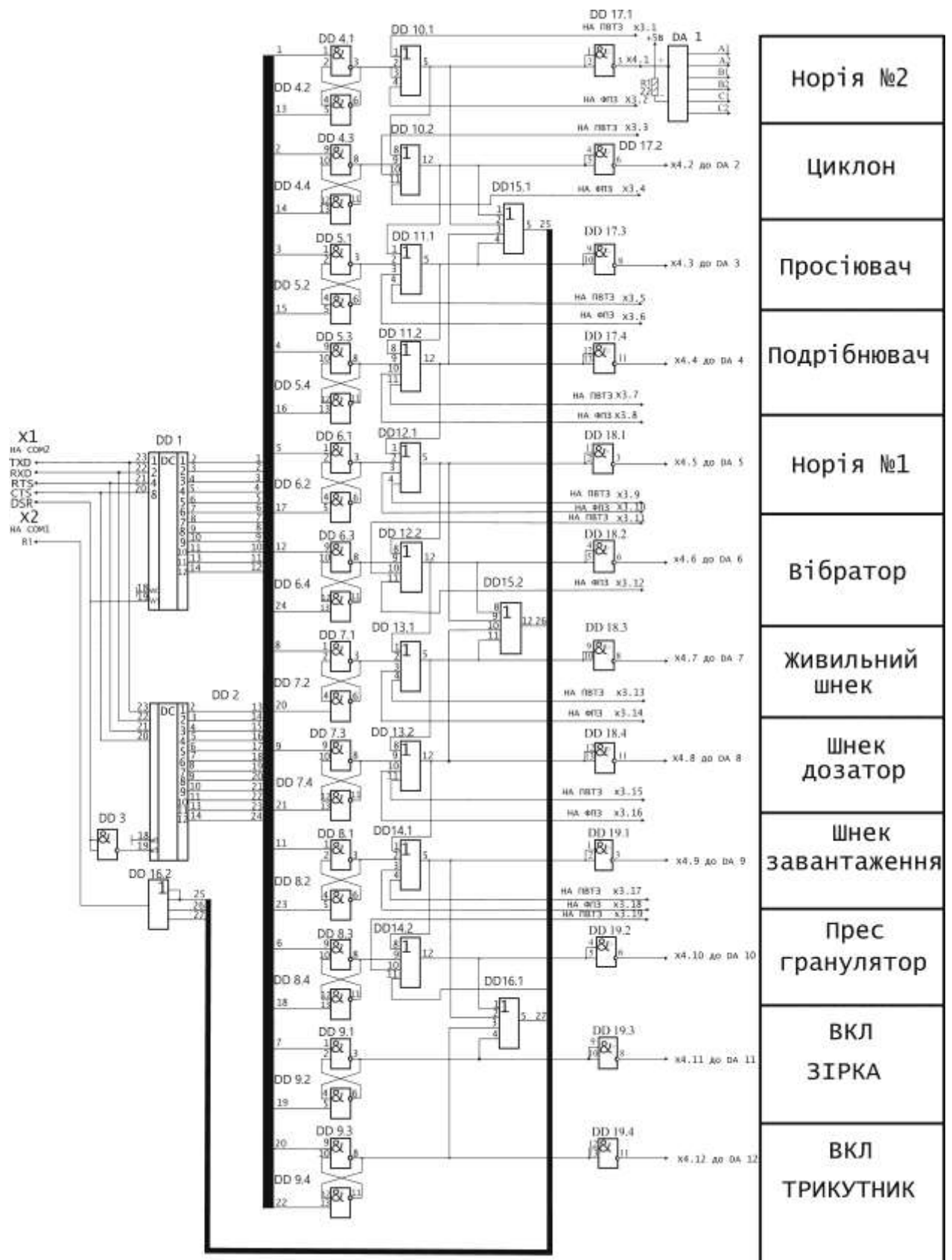


Рис. 2.4 - Пристрій спряження.

Схема блокування помилкового включення виготовлена на мікросхемах типу КР1533ЛИ6 (DD10...DD14). Ця схема захищає електропривод від перевантаження при помилковому включенні, погоджує схему теплового захисту і схему захисту від короткого замикання з персональною ЕОМ так само схема блокування захищає установку від завалу механізмів сировиною при аварійному відключенні одного з двигунів.

Розглянемо принцип роботи пристрою спряження.

Дешифратор побудований на двох мікросхемах типу К155ИД3 з чотирма адресними входами для подачі сигналів в коді 1 – 2 – 4 – 8, ці числа, перетворюються в десятковий код який прочитують з виходів 0 – 15 (в схемі використовуються тільки 1 – 12). Перетворення здійснюється тільки при низькому логічному рівні напружки на обох стробуючих входах W0, W1. Якщо хоча б на одному з них встановленому логічна 1, на всіх виходах мікросхеми формуються високі логічні рівні і залишаються незмінними незалежно від зміни вхідних логічних станів (кодів) тобто інформація на виходах відсутня. За цю особливість конструкцію мікросхеми вона і була узята як основний дешифратор всієї системи автоматизації.

У схемі задіяно два аналогічні дешифратори, мікросхема DD1 працює тільки при пуску електродвигунів тобто на вхід схеми контакт DSR з паралельного порту COM2 персональної ЕОМ подається напруга низького рівня логічний 0 і мікросхема DD1 відкриється а мікросхема DD2 не прочитуватиме інформацію з контактів TXD RXD RTS CTS оскільки у DD2 на стробуючому вході встановлений елемент DD3 який виконує функцію інвертора, перетворить логічний 0 в логічну 1 в результаті чого мікросхема закривається.

При коді 00010 в лінії 1 на виході 2 буде низький логічний рівень, на решті ліній високий рівень через VD1 поступає на вхід S RS-тригера який побудований елементах DD4.1 DD4.2. RS-тригер переходить в одиничний

стан, на виході Q тригера з'являється логічна 1. Логічна одиниця поступає на вхід схеми блокування помилкового включення (елемент DD 10.1), а сигнал управління на підсилювальний елемент виконаний на базі елементу DD17.1 не поступає, в наслідок чого сигнал на напівпровідникове трьохфазне реле змінного струму не поступає. Для подачі сигналу управління необхідно щоб на всі комірки схеми поступили сигнали логічної одиниці від схем захисту ПБТЗ і ФПЗ, що відповідає номінальним параметрам асинхронного короткозамкнутого двигуна.

Код 00100 формує низький логічний рівень в лінії дешифратора Q2. Цей сигнал поступає на схему RS-тригера DD4.3 DD4.4 який переходить в одиничний стан, логічна одиниця поступить на схему блокування помилкового включення на елемент DD10.2, з схем захисту поступлять логічні одиниці. З виводу 13 елементу DD10.2 логічна одиниця поступає на інвертуючий елемент DD17.2 де сигнал підсилюється по струму і поступає з виводу 6 на оптоелектронне реле DA2 яке комутує напругу високого потенціалу 380 вольт.

Код 00110 формує низький логічний рівень в лінії дешифратора Q3 цей сигнал переводить RS-тригер в одиничний стан. Логічна одиниця проходить схему блокування (елемент DD11.1), сигнал логічної одиниці підсилюється на інвертуючому елементі DD17.3 і відкриває оптоелектронне реле DA3.

Код 01000 відкриває оптоелектронне реле DA4 за умови, що сигнали з схем захисту ПБТЗ і ФПЗ поступили на схему блокування.

Код 01010 відкриває оптоелектронне реле DA5, код 01100 відкриває оптоелектронне реле DA6, код 10110 відкриває DA10, код 10110 відкриває оптоелектронне реле DA11, код 01110 відкриває DA7, код 10000 відкриває DA8, код 11000 відкриває DA12, код 10010 відкриває DA9, код 10100 відкриває 10100 відкриває DA6.

Елементи DD15 і DD16 призначені для подачі сигналу аварія на

послідовний порт COM1 комп'ютера. У випадки якщо з схем захисту ПБТЗ або ФПЗ поступить сигнал низького рівня то на виході схеми блокувань будуть відсутні логічні одиниці, один з елементів DD15.1 DD15.2 DD16.1 з одиничного стану переходить в нульовий стан, нуль з виходу елемента поступає на елемент DD16.2 який міняє своє стани на протилежні і подає логічну одиницю на послідовний порт COM1 на вхід R1.

Стандартний адаптер порту COM1 IBM сумісного комп'ютера здатний автоматично генерувати запити переривання при зміні логічного рівня на будь-якому з них, що забезпечує швидкодію системи розпізнання режиму аварія.

2.5. Розроблення оптоелектронного гібридного напівпровідникового трьохфазного реле змінного струму великої потужності

Оптоелектронні гібридні напівпровідникові трьохфазні реле змінного струму великої потужності 5ПЗ6ТМ – 10 – 6, 5ПЗ6ТМ – 10 – 8, 5ПЗ6ТМ – 20 – 6, 5ПЗ6ТМ – 20 – 8 випускають в пластмасовому корпусі з жорсткими пластинчастими виводами.

Реле складається з трьох однакових релейних напівпровідникових комутаторів із загальним входом і роздільними виходами. Схема внутрішніх з'єднань і цоколювка реле показані рис. 2.5.

Розглянемо принцип роботи оптоелектронного гібридного напівпровідникового реле змінного струму на основі однієї комірки, оскільки інші дві аналогічні. Під час появи на виводі логічною нуля, по ланцюгу вивід +, обмежуючий резистор R2, емітерний перехід VT2, оптрон ВІ3, вивід -, протікає струм який засвічує світлодіод симисторного оптрона ВІ3 і відкривається семистор VS1. В наслідок чого відкриваються включені

синфазно тиристири VS2 VS3 і з'являється напруга на виводі A2. Але напруга відповідає мережевій оскільки транзистор VT2 відкритий не повністю.

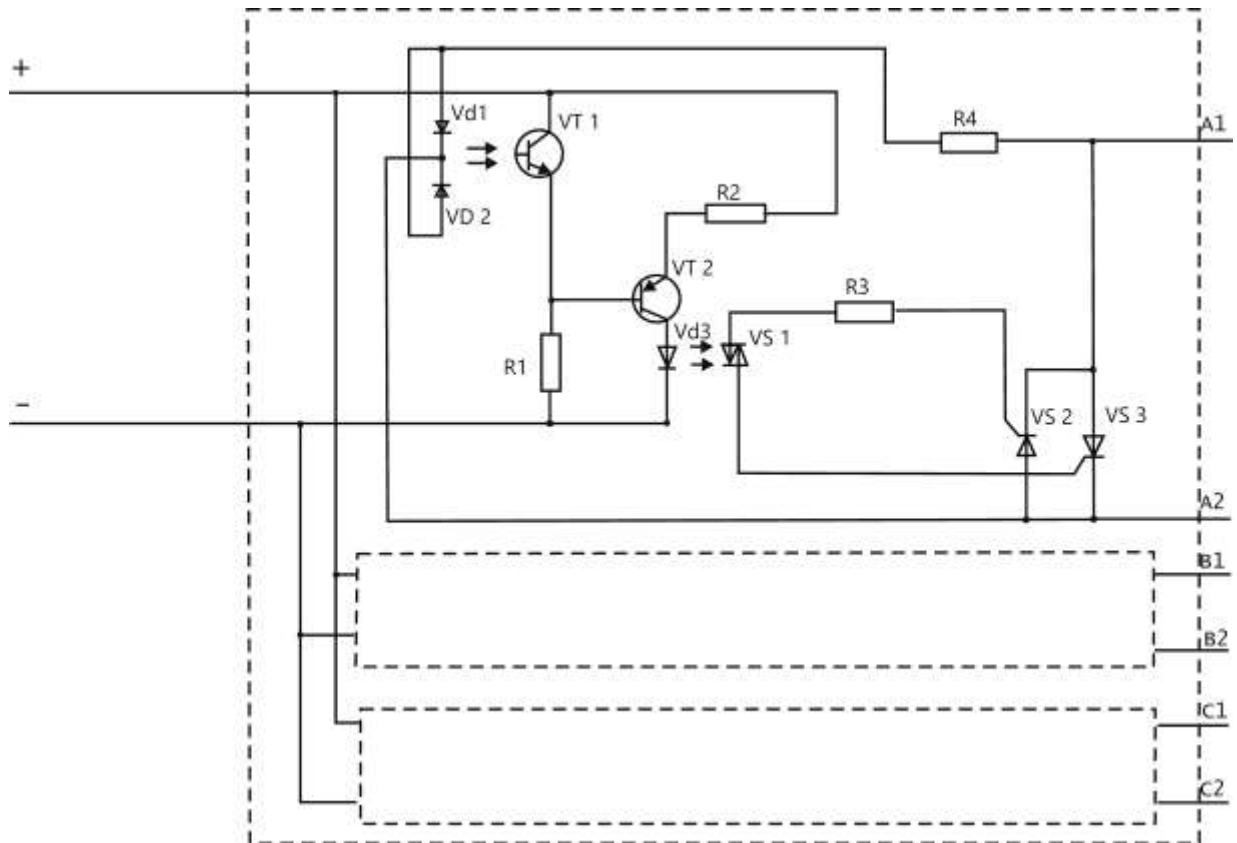


Рис. 2.5 - Схема оптоелектронного гібридного напівпровідникового трьохфазного реле змінного струму великої потужності.

З виходу ключа тиристора напруга поступає на оптофототранзистор тобто на світлодіоди BI1 і BI2. Струм протікає через обмежувачий резистор R4, при позитивній напівхвилі через BI1, а при негативній напівхвилі через світлодіод BI2 і на вихід ключа тиристора.

При протіканні струму через світлодіоди BI1 BI2 відкривається фототранзистор VT1, який разом з R1 утворюють дільник. Напруга зсуву на базі VT2 стає рівною 0,6 – 0,7 вольт, що відповідає оптимальному відкриттю VT1 і збільшенню струму через світлодіод оптрона BI3. Так само транзистор VT1 забезпечує включення навантаження практично у момент

переходу напруги через «нуль», це дозволяє понизити комутаційні перешкоди.

Основні характеристики при Tot.sp = 25°C

Номінальний вхідний струм

включення, mA 30

Вхідна напруга, V, при

номінальному вхідному струмі

включення 4 – 8

Вихідна залишкова напруга

включеного комутатора, V, не

більше, при номінальному вхідному

струмі включення і вихідному кому-

тованому струмі 10 A 1,85

Вихідний струм при включеному

стані, mA, не більше, при вихідній

комутованій напрузі 600 V 1

при вихідній

комутованій напрузі 800 V 1

типове значення 0,1

Робоче значення вихідної напруги

початкового включення, V, не більше, при

номінальному вхідному струмі включення 50

Опір ізоляції

при вимірjuвальній напрузі 500 V 1

Граничні експлуатаційні значення

Найбільший вхідний струм, mA 100

Найбільша вхідна зворотня

напруга, В	3,5
Найбільша вихідна комутована	
напруга Веф, для	
600 В	420
800 В	560
Мінімальна вихідна комутована	
напруга, В	20
Найбільший вихідний комутований	
струм (середньоквадратичне значення), А	
5ПЗ6ТМ – 10	10
5ПЗ6ТМ – 20	20
Мінімальний вихідний комутований	
струм, мА	60
Критична швидкість наростання	
вихідної комутованої	
напруги, В/мкс	500
Критична швидкість наростання	
вихідного комутованого	
струму, А/мкс	160
Напруга ізоляції, В	1500
Робочий температурний	
інтервал °С	-45.+80

2.6. Розроблення схеми пристрою вбудованого теплового захисту

Пристрій вбудованого теплового захисту (рис. 2.6) відрізняється від його промислового аналога ПВТЗ–1М тим що він зібраний на цифрових елементах і не має видимих контактів тобто повністю безконтактний.

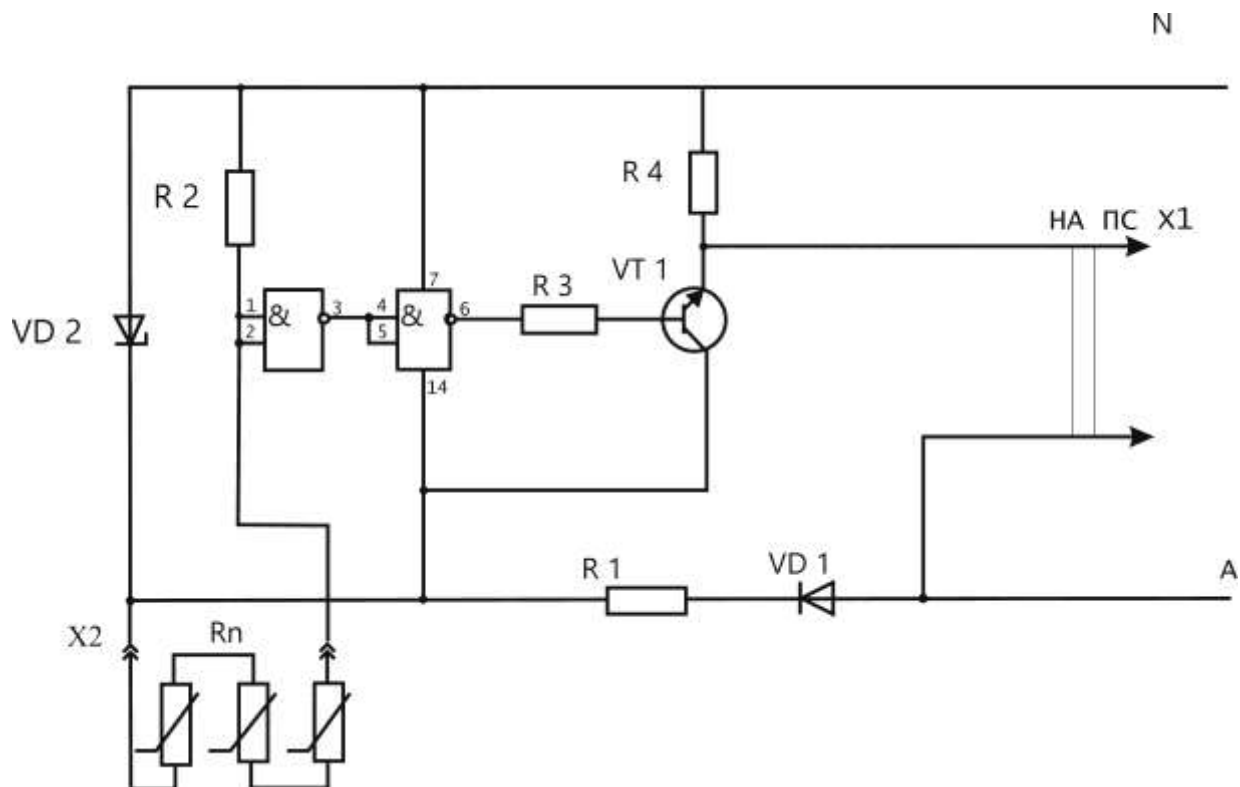


Рис. 2.6 - Схема ПВТЗ

Пристрій живиться від мережі змінного струму напругою 220В. Номінальний струм споживання в режимі роботи рівний – 100 мА, в режимі аварії струм споживання складає – 30 мА.

Позистори використовуються ті ж що в ПВТЗ – 1М типу СТ14 – 1А (tcp - 130°C) або СТ14 – 15 (tcp – 105°C).

У температурне реле входять два логічні елементи 2І – НЕ включені в схемі інверторами. Транзистор VT1 виконує функцію ключа. Резистор R2 спільно з позисторами Rn утворюють дільника напруги, що визначає потенціал на вході елементу DD 1.1, виводі 1 і виводі 2 і температуру спрацьовування пристрою захисту. Резистор R3 є таким, що обмежує струм на базі транзистора VT1 а R4 визначає рівень вихідного сигналу теплового реле.

Блок живлення містить однопівперіодну схему випрямляча на діоді

VD1, параметричний стабілізатор напруги, виконаний з обмежуючим резистором R1 та стабілітроном VD2, що підтримує напругу живлення температурного реле на незмінному рівні, в межах 5 вольт $\pm 10\%$.

При включенні пристрою в мережу якщо температура обмоток електродвигуна нижча за робочу температуру термодатчиків, то їх опори на багато нижчі за робочу температуру спрацьовування, тобто на вхід логічного елементу DD1.1 через позистори Rn, буде подаватися позитивний потенціал, що відповідає логічній одиниці, в цьому логічному елементі сигнал інвертується і поступає на вхід логічного елементу DD1.2 (виводи 4 і 5) де сигнал інвертується і посилюється. На виході елементу DD1.2 (вивід 6) буде присутня логічна одиниця, транзистор VT1 буде відкритий і на виході температурного реле буде присутній сигнал рівний логічній одиниці.

При підвищенні температури обмотки статора понад допустиме значення, опір термодатчиків різко зростає і на вхід логічного елементу DD1.1 буде прикладено через резистор R2 негативний потенціал, на вході елементу DD1.2 утворюється логічний нуль, VT1 закривається, на виході теплового реле з'являється негативний потенціал який відповідає логічному нулю.

При виході з ладу датчиків температури або обриві лінії з'єднання з управляючим пристроєм, схема блокування помилкового спрацьовування не дозволяє дати команду на пуск електродвигунів.

2.7. Розроблення схеми захисту типу ФПЗ

Для захисту електродвигунів від перевантажень зазвичай застосовують запобіжники у поєднанні з магнітними пускерами або автоматичними вимикачами. Вони надійно захищають пристрій від перевантаження по

струму, але нерідко є першопричиною другого виду пошкоджень – обриву фази.

Захист від надмірно великого струму забезпечують і теплові реле магнітних пускачів, які включають в ланцюг живлення електродвигуна. Проте такий захисний пристрій вимагає підстроювання при зміні зовнішньої температури, підбору нагрівальних елементів відповідно до потужності електродвигуна.

Описуваний нижче автоматичний пристрій (рис. 2.7) дозволяє захистити електродвигун як від перевантаження по струму, так і від обриву фази.

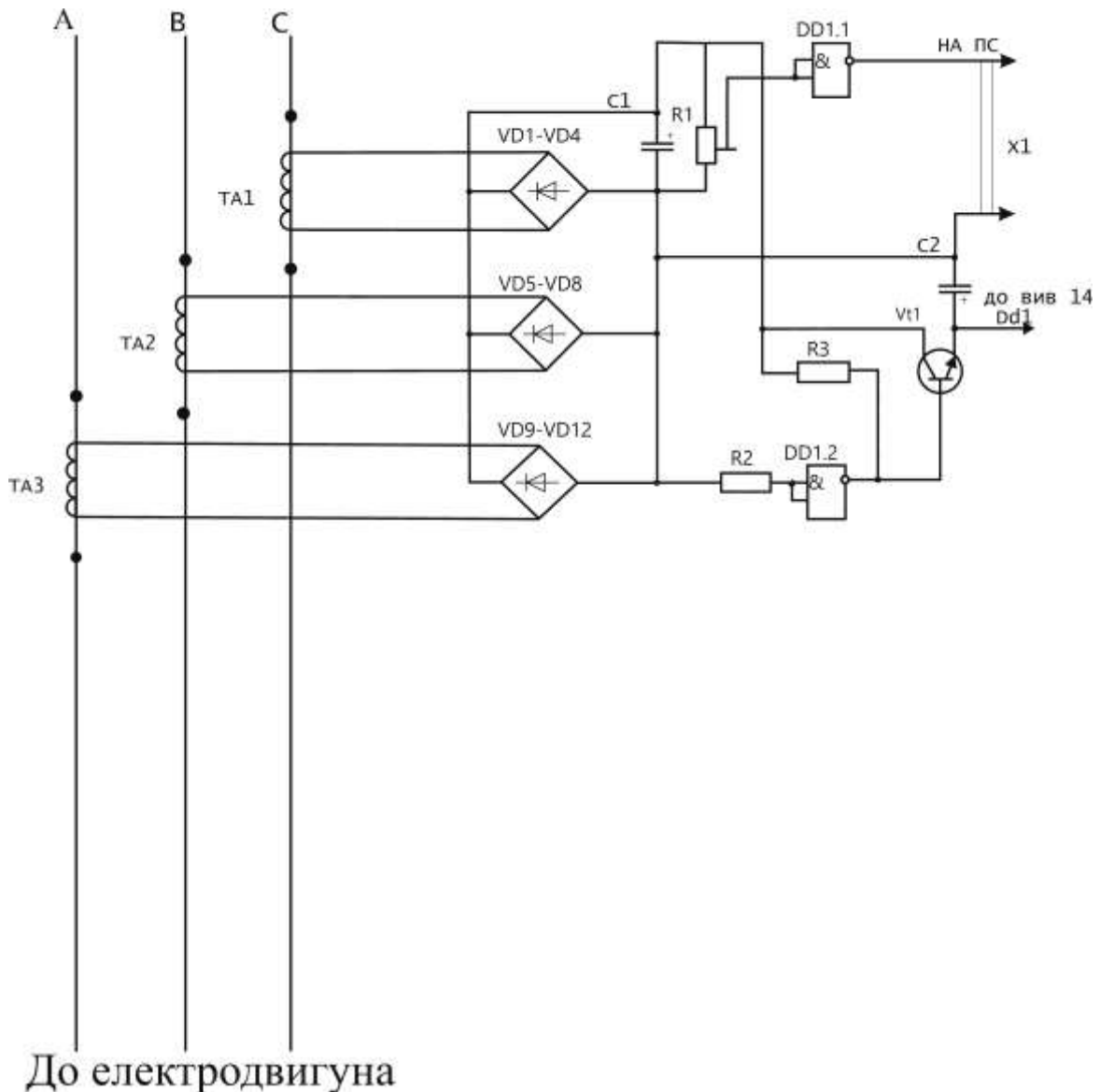


Рис. 2.7 - Схема захисту типу ФПЗ

Даний пристрій реєструє струм в кожному фазному провіднику і порівнює найбільше із виміряних значень з встановленим порогом спрацьовування.

Пристрій містить три однакові трансформатори струму ТА1, ТА2, ТА3, первинні обмотки яких включені у фазні лінії. Напруга з вторинних обмоток поступає на вхід порогового вузла, функції якого виконує логічний елемент DD1.1.

Стабілізатор напруги, що живить мікросхему DD1, виконаний на транзисторі VT1 і елементі DD1.2, який використаний тут як джерело зразкової напруги. Вихідну напругу стабілізатора можна змінювати, підбираючи резистор R2.

Вмикають і вимикають навантаження кнопками SB2 і SB1 (рис. 2.8).

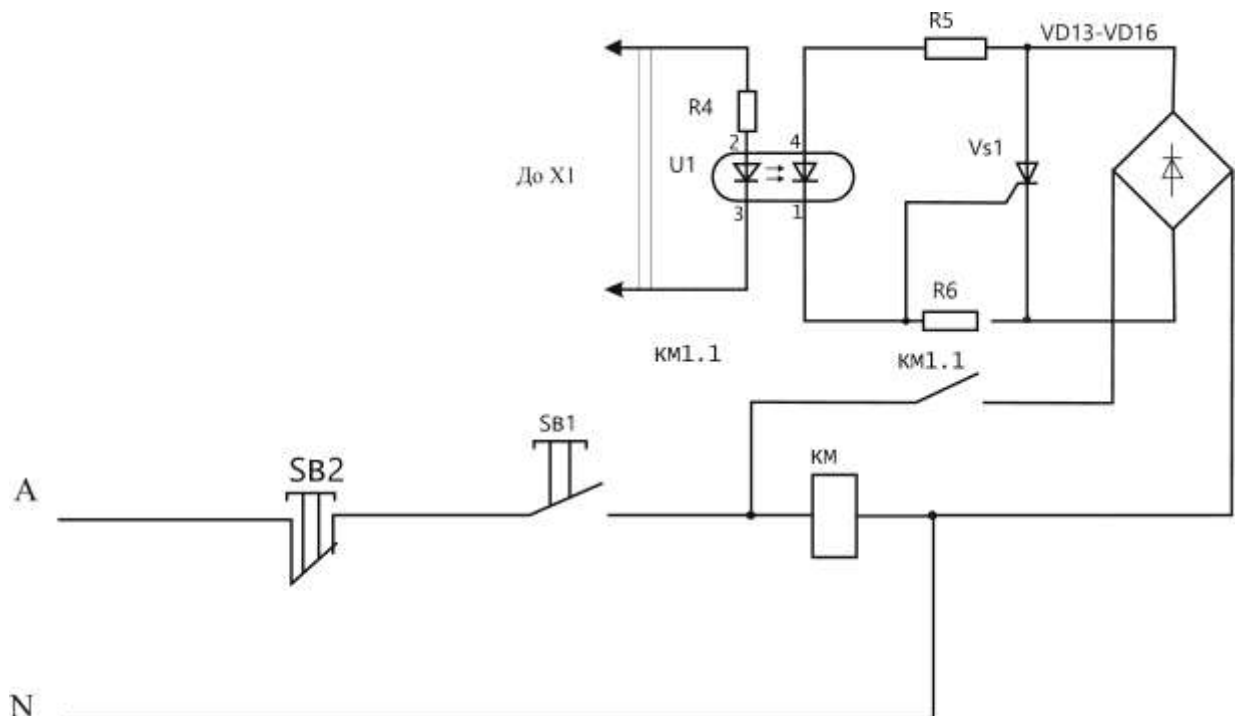


Рис. 2.8 - Варіант доопрацювання схеми для релейної автоматики.

Якщо натиснути на кнопку SB1, напруга поступить на котушку магнітного пускача КМ. Він спрацює і своїми контактами включить навантаження. Кнопку SB1 необхідно тримати до тих пір, поки ротор електродвигуна не досягне номінальної частоти обертання. Змінну напругу вторинних обмоток трансформаторів ТА1 ТА2 ТА3 випрямляють діодні мости VD1 – VD12.

Напруга на конденсаторі C2 підведена до входу порогового вузла; вона ж використана для живлення мікросхеми (через стабілізатор). Резистор R1 призначений для установки струму спрацьовування пристрою захисту при перевантаженнях, обривах фази і замиканнях.

При нормальній роботі електродвигуна на виході елементу DD1.1, буде сигнал високого рівня, світлодіод оптрона U1 включений, тиристор VS1 відкритий. Він блокує кнопку SB1, тому електродвигун залишається включеним і після її відпускання.

При перевантаженні, замиканні, неповнофазному режимі підвищується напруга на одній або декількох вторинних обмотках трансформаторів, і отже, на виході елементу DD1.1 з'явиться сигнал логічний нуль. Світлодіод оптрона загасне, тиристор закриється і котушка магнітного пускача КМ буде знеструмлена.

Контакти магнітного пускача розмикають ланцюг живлення навантаження. Знов запустити його можна лише після усунення причини спрацьовування захисту.

2.8. Розроблення електричної принципової схеми управління на базі ЕОМ

Для автоматизації потокової лінії запропоновано використати управління через COM-порт комп'ютера. Електрична принципова схема

системи управління представлена на рис. 2.9.

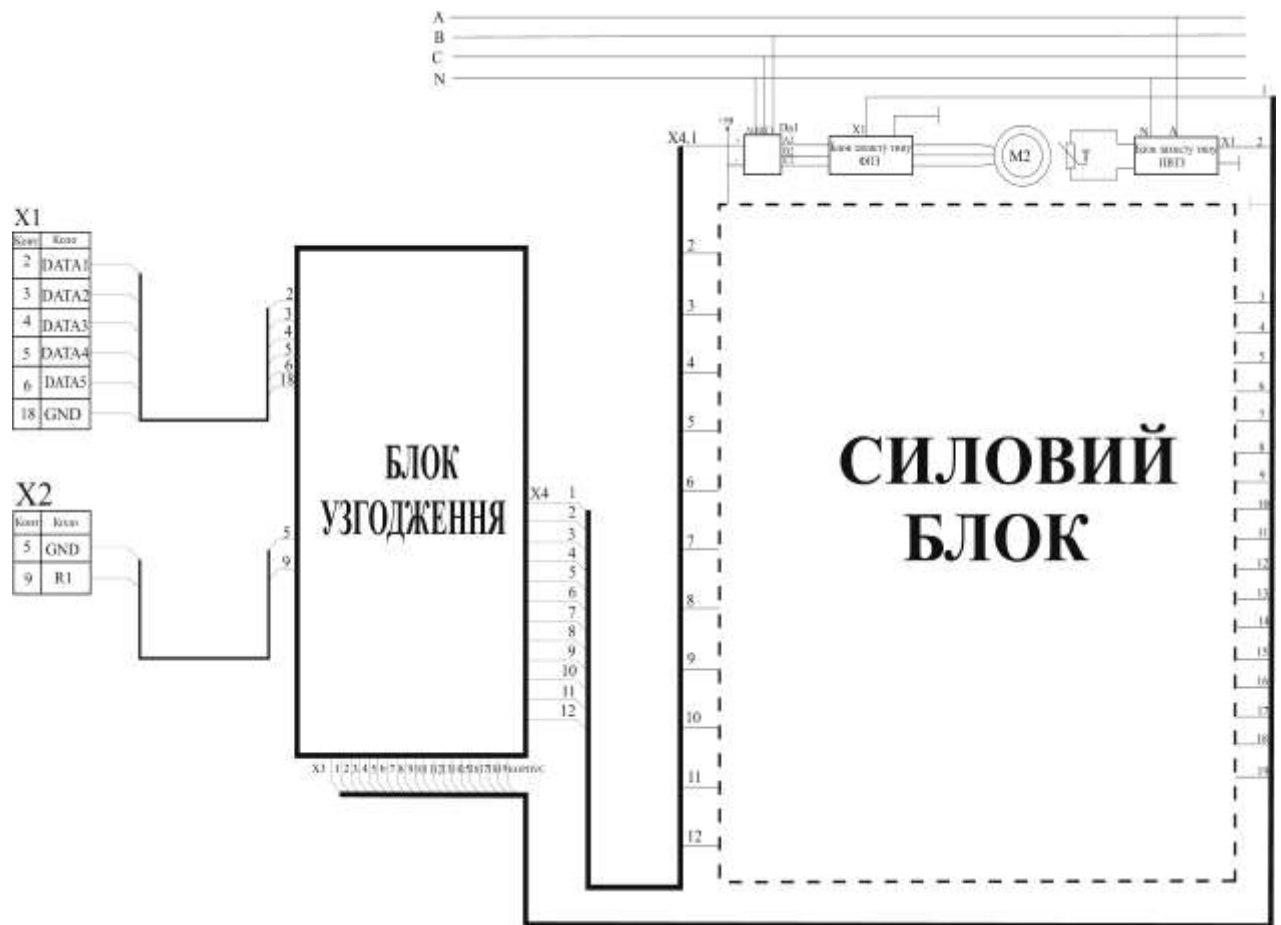


Рис. 2.9 - Електрична принципова схема системи управління.

Зв'язок з схемою узгодження до 100 метрів може здійснюватися навіть по звичайних проводах, зовсім не захищених від електромагнітної дії навколишнього середовища.

При переході на сучасніші екрановані лінії, довжина проводів зв'язку, комп'ютерного управління значно збільшується.

Різні пристрої автоматизації електроприводів живляться від мережі напругою 220/380 вольт. Управляючі сигнали з мікро-ЕОМ мають значно меншу величину, близько 5 вольт.

Для зменшення рівня завад застосована гальванічна розв'язка між

логічною управляючою схемою і каскадними підсилювачами потужності. У схемі застосовані сучасні оптоелектронні гібридні напівпровідникові трифазні реле змінного струму великої потужності. Вони мають гальванічну розв'язку між схемою управління і силовою частиною реле.

Для з'єднання ЕОМ з схемою узгодження пропонується застосувати гнучкий багатожильний дріт ППСО – 10.

Управління з ЕОМ здійснюється по програмі, в яку закладені алгоритми пуску електроприводів згідно технологічного процесу пресування комбікормів і відключення від мережі, також зупинки у випадку аварії в наслідок перевантаження або короткого замикання і сповіщення оператора про аварію, що трапилася на робочій лінії, звуковим сигналом системного блоку і відображенням інформації на динамічному моніторі.

Для прийому інформації про аварію пропонується використовувати послідовний порт СОМ1 і використовувати вхід R1.

Включення електродвигунів робочих механізмів проводиться за заданою програмою в певній послідовності.

Значення вхідних кодів на схему узгодження і подальше включення лінії приведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Значення вхідних кодів пристрою, що погоджує почергове включення каналів силової лінії пристрою узгодження

Режим Пуск	Вхідний Код					Включена лінія, канал												Технологічне устаткування	
входи	1	2	4	8	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	

Продовження таблиці 2.3.

ПУСК	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DD1	0	0	0	1	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Норія №2
	0	0	1	0	0		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Циклон
	0	0	1	1	0			1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Просіювач
	0	1	0	0	0				1	-	-	-	-	-	-	-	-	Подрібнення
	0	1	0	1	0					1	-	-	-	-	-	-	-	Норія №1
	0	1	1	0	0						1	-	-	-	-	-	-	Гранулятор
	1	0	1	1	0											1	-	Вкл. зірка
	0	1	1	1	0							1	-	-	-	-	-	Живлячий шнек
	1	0	0	0	0								1	-	-	-	-	Шнек дозатор
	1	0	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		Викл.зірка
	1	1	0	0	0												1	Вкл.трикутник
	1	0	0	1	0									1	-	-	-	Шнек завантаженн
	1	0	1	0	0										1	-	-	Вібратор
СТОП	1	0	1	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		Вібратор
DD2	1	0	0	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1			Шнек завантаженн
	1	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1				Шнек дозатор
	0	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1					Живлячий шнек
	0	1	1	0	1	-	-	-	-	-	-	1						Гранулятор
	1	1	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	Викл.трикутник
	0	1	0	1	1	-	-	-	-	1								Норія №1
	0	1	0	0	1	-	-	-	1									Подрібнювач

Продовження таблиці 2.3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	0	0	1	1	1	-	-	1										Просіювач
	0	0	1	0	1	-	1											Циклон
	0	0	0	1	1	1												Норія №2
	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

2.9. Вибір та розрахунки силового обладнання

2.9.1. Визначення потужності і вибір типу двигунів для приводу механізмів пресу-гранулятора

Розрахункова потужність живлячого шнека розраховується по формулі

$$P_p = Q / (367 * z_n) * (L * f + h) * R \quad (2.1)$$

де P_p – розрахункова потужність електродвигуна для шнека, кВт;

Q – продуктивність шнекового транспортера, т/ч;

z_n – коефіцієнт корисної дії, $z = 0,98$;

L – горизонтальна складова шляху переміщення вантажу, м;

f – коефіцієнт опору руху $f = 1,2$;

h – висота підйому, м;

R – поправочний коефіцієнт, залежить від кута нахилу шнека, $R=1$

оскільки $\beta=0^\circ$;

Визначається продуктивність шнека по формулі

$$Q = (p(DI - dI) / 4K * S * c_{ш} * n * C * 60 \quad (2.2)$$

де Q – продуктивність шнека, т/г;

D – діаметр гвинта, м;

d – діаметр валу гвинта, м;

S – крок гвинта, м;

c – об'ємна маса переміщуваного матеріалу, т/хв, $c=0,2$;

n – частота обертання валу;

C – коефіцієнт зниження продуктивності залежно від кута нахилу шнека; $C=1$ оскільки $\beta=0^\circ$;

$$Q=(3,14*(0,16I-0,035I)/4)*0,1*0,2*0,3*1000*1*60=6,8 \text{ т/Г}$$

$$P_p=6,8/(367*0,98)*(1*1,2)*1=0,22 \text{ кВт}$$

Вибирається заздалегідь двигун типу АІР 63В6БСУ2 $P=0,25$; $n=1000$;
 $I_n=0,75$; $c=0,95$ $\cos\varphi=0,62$; $K_i=4$

Вибраний двигун перевіряється на перевантажувальну здатність

Визначається кутова частота обертання двигуна

$$\omega_n = p * n / 30 \quad (2.3)$$

де ω_n – кутова частота обертання, рад/сек;

n – частота обертання двигуна, об/хв;

$$\omega_n = 3,14 * 1000 / 30 = 104,6 \text{ рад/сек}$$

Визначається номінальний момент [1, 2, 3]

$$M_n = P_n / \omega_n \quad (2.4)$$

де M_n – номінальний момент, Н•м;

P_n – номінальна потужність двигуна, Вт;

$$M_H = 250/104,6 = 2,3 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Визначається статичний момент [4, 5]

$$M_c = P_p / \omega_H \quad (2.5)$$

де M_c – статичний момент, Н•м;

$$M_c = 220/104,6 = 2,1 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Визначається момент по умові пуску [6, 7]

$$M_{H(\text{пуск})} = (M_c \cdot K_z) / (K_{\min} \cdot U_I) \quad (2.6)$$

де $M_{H(\text{пуск})}$ – момент по умові пуску, Н•м;

K_z – коефіцієнт запасу потужності, $K_z = 1,1$;

$K_{\min}$ – кратність мінімального моменту, $K_{\min} = 1,6$;

U – напруга у відносних одиницях з урахуванням зниження при запуску двигуна;

$$M_H > M_{H(\text{пуск})}$$

$$2,3 > 1,8$$

Умова пуску виконується.

Отже вибраний двигун підходить.

Потужність електродвигунів для шнека завантаження і шнека змішувача розраховується аналогічно.

Для шнека завантаження і шнека змішувача вибрані двигуни типу:

АИР71В6 $P=0,55$ кВт; $n=1000$; $I_n=1,3$ А; $c=68,5$; $\cos\varphi=0,7$; $K_i=4,5$

Визначається потрібна потужність норії № 1

$$P_n = (K_z * g * Q * H * 10i) / (3600 * c_n * c_h * 10i) \quad (2.7)$$

де K_z - коефіцієнт запасу, що враховує перевантаження двигуна

$$K_z = 1,2;$$

g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81$ м/с²;

Q – продуктивність норії, $Q = 10$ т/г; H – висота норії

$H = 10$ м; c – ККД передачі норії, $c_n = 0,97$; c_h – ККД норії

$$c = 0,5;$$

$$P_n = (1,2 * 9,81 * 10 * 10 * 10i) / (3600 * 0,97 * 0,5 * 10i) = 0,67 \text{ кВт}$$

Швидкість руху стрічки норії

$$V = Q / (3,6 * i * Z_k * c * s) \quad (2.8)$$

де i – місткість одного ковша, $i = 1,343 * 10 \text{ м}^3$;

Z_k – кількість ковшів що доводиться на 1 метр довжини стрічки;

c – коефіцієнт заповнення ковшів, $c = 0,9$;

s – щільність зерна, що транспортується, $s = 0,75$ т/хв;

$$Z_k = 1000 / t \quad (2.9)$$

де t – крок ковшів, який залежить від типу норії, $t = 280$ мм

(норія НГЦ – 10);

$$Z_k = 1000 / 280 = 3,6$$

$$V = 10 / (3,6 * 1,34 * 3,6 * 0,9 * 0,75) = 0,85 \text{ м/с}$$

Кутова швидкість обертання приводного барабана норії]

$$\omega_y = V/R \quad (2.10)$$

$$\omega_y = 0,85/0,2 = 4,25 \text{ рад/сек}$$

Вибір електродвигуна.

Вибирається електродвигун для приводу норії виходячи з умов:

- 1 Кліматичного виконання і категорії розміщення СУ2
- 2 За способом захисту від навколишнього середовища IP54
- 3 По конструктивного виконання і способу монтажу IM1081
- 4 По модифікації
- 5 По частоті обертання

$$z_{нд} > i \cdot n_y$$

де n_y – частота обертання приводного барабана норії об/хв

$$n_y = \omega_y / 0,105$$

$$n_y = 4,25 / 0,105 = 40,5 \text{ об/хв}$$

6 По роду струму і напруги, $U_n = 380/220 \text{ В}$

7 По потужності (тривалий режим)

$$P_{дв} > P_{п}$$

$$0,75 > 0,67 \text{ кВт}$$

Вибирається двигун АИР 71В4БСУ2: $P_n = 0,75 \text{ кВт}$; $U_n = 380/220 \text{ В}$

$I_n = 2,14 \text{ А}$; $n_n = 1350 \text{ об/хв}$; $\eta_n = 75\%$; $\cos \varphi = 0,81$; $K_i = 5$

Перевірка двигуна приводу норії при максимальному навантаженні

$$K_i I \cdot M_{п} > M_{\max} \quad (2.11)$$

де $M_{п}$ – пусковий момент двигуна при номінальних параметрах

мережі, $H \cdot m$; $M_{\max}$ – максимальне значення моменту при пуску, $H \cdot m$;

Таким чином, остаточно вибираємо двигун АИР 71В4БСУ2

Потужність двигуна норії № 2 розраховується аналогічно

Для норії № 2 вибраний електродвигун типу: АИР 80А4БСУ2

$P_H=1,1$ кВт; $U_H=380/220$ В; $I_H=2,17$ А; $n=1395$ об/хв; $c=76,5$; $\cos\varphi=0,77$;

$K_i=5$;

Устаткування для гранулювання комбікормів ОГМ 1,5А комплектується подрібнювачем гранул типа ШС – 2 продуктивністю 2 т/г, потужністю електродвигуна – 1,5 кВт типу АИР 80А2БСУ2 $n_H=2850/\text{№}$; $c_H=82$; $\cos\varphi=0,85$; $I_H=3,3$ А; охолоджувально сортувальна колонка ДСБ – 2 продуктивністю 2,5 т/г; вентилятором з електродвигуном АИР 1000L4БСУ2 $P_H=4$ кВт; $n_H=14102/\text{№}$; $c=82$; $\cos\varphi=0,85$; $I_H=3,3$

2.9.2. Вибір апаратів захисту та управління

Проводиться вибір автоматичних вимикачів для захисту силової мережі від коротких замикань.

Вибираються автомати ВА – 51Г, вони допускають велике число оперативних включень і відключень, мають зносостійкість контактів.

Лінія 1(прес).

Визначається розрахунковий струм теплового роз'єднувача

$$\begin{aligned}U_H &> U_c \\I_H &> I_p \\I_{Hr} &> 1,1 \cdot I_p\end{aligned}\tag{2.12}$$

Робочий струм електродвигуна М1

$$I_H > 140 \text{ A}$$

Визначається розрахунковий струм теплового роз'єднувача

$$I_{np} > 1,1 * I_p \quad (2.13)$$

де I_{np} – струм теплового роз'єднувача, А;

I_p – робочий струм двигуна, А;

$$I_{np} = 1,1 * 140 = 154 \text{ A}$$

Вибирається автоматичний вимикач QF2 для захисту електродвигуна М1. Приймаються наступні умови вибору автомата:

$$\begin{aligned} I_{H.a} &> I_{H.дв} \\ I_{H.T} &> K_{HT} * I_p \max \\ K_{HT} &= 1,1-1,3 \\ I_{спр.ел} &> (1,5-1,6) * I_{max} \end{aligned} \quad (2.14)$$

Визначається струм теплового роз'єднувача

$$I_{H.T} > 1,2 * 136 = 163,2 \text{ A}$$

Вибирається автоматичний вимикач типу: А3724Б $I_H = 250 \text{ A}$ з електромагнітним роз'єднувачем $I_{H.a} = 160 \text{ A}$.

Перевіряється автоматичний вимикач по струму спрацьовування електромагнітного роз'єднувача.

$$I_{спр ел} = 12 * I_H \quad (2.15)$$

$$I_{\text{спр ел}}=12*136=1632 \text{ A}$$

Виходячи з пускового струму двигуна

$$I_{\text{max}}*I_{\text{спр ел}} > 1,5*I_{\text{max}} \quad (2.16)$$

$$1632 > 1,5*952=1428$$

Всі умови дотримуються.

Для решти ліній автоматичні вимикачі розраховуються і вибираються аналогічно.

Для лінії 2 (норія №1) прийнятий автоматичний вимикач QF3 типу: BA51Г – 31 $I_n=100\text{A}$; $I_n.a=60 \text{ A}$;

Для лінії 3 (норія №2) прийнятий автоматичний вимикач QF4 типу: BA51Г – 31 $I_n=25 \text{ A}$; $I_n.a=25 \text{ A}$;

Для лінії 4 (циклон) прийнятий автоматичний вимикач QF5 типу: BA51Г – 25 $I_n=52 \text{ A}$; $I_n.a=10 \text{ A}$;

Для лінії 5 (просіювач) прийнятий автоматичний вимикач QF6 типу: BA51Г – 25 $I_n=25 \text{ A}$; $I_n.a=3,15 \text{ A}$;

Для лінії 6 (подрібнення) прийнятий автоматичний вимикач QF7 типу: BA51Г - 25 $I_n=25$; $I_n.a=4,0 \text{ A}$

Для ліній 7 і 10 (живлячий шнек і вібратор) прийняті автоматичні вимикачі QF8 і QF11 типу: BA51Г–25 $I_n=2\text{A}$; $I_n.a=16 \text{ A}$;

Для ліній 8 і 9 (шнек змішувач і шнек завантаження) прийняті автоматичні вимикачі QF9 і QF10 типу: BA51Г–25 $I_n=25\text{A}$; $I_n.a=10\text{A}$;

Автоматичний вимикач QF1 прийнятий типу BA57 39 $I_n=700\text{A}$; $I_n.a=630\text{A}$.

2.9.3. Вибір способу прокладання та визначення перерізів проводів і кабелів силової мережі

Враховуючи що обладнання ОГМ – 1,5А встановлене у виробничому цеху, для силової проводки приймаємо дріт типу АПВ, що прокладаються в металевих трубах.

Визначаємо переріз дроту на ділянці від силового розподільного пункту до шафи автоматичного управління по умові нагріву [8, 9, 10]

$$I_{доп} > I_p$$

де I_p – робочий струм, $I_p=160$ А.

По умові відповідності апаратури захисту [11, 12]

$$I_{доп} > K_z * I_{нв} \quad (2.17)$$

де K_z – коефіцієнт захисного апарату, 0,33;

$I_{нв}$ – номінальний струм відсічення електромагнітного роз'єднувача.

$$I_{доп} > 0,33 * 1632 = 538,56 \text{ А}$$

Вибирається парний кабель типу АНРГ 2(120*3) перерізом 120 мм з $I_{доп}=295$ А; $I_{лін}=295*2=590$ А;

Прокладається відкрито на скобах

$$590 > 538 \text{ А}$$

Умова виконується.

Перетин дроту на ділянці від шафи автоматичного управління до електродвигуна преса лінії 1 визначається по формулі

$$I_{\text{доп}} > I_{\text{н.д}}$$

Приймається дріт АПВ перерізом 70мм, $I_{\text{доп}}=160$ А.

$$160 > 140 \text{ А.}$$

Вибраний переріз дроту перевіряємо на втрату напруги по формулі [13, 14].

$$\Delta U = P \cdot l / (C \cdot F) \quad (2.18)$$

де ΔU – допустима втрата напруги %;

P – розрахункове навантаження, кВт;

l – довжина розрахункової ділянки;

C – коефіцієнт матеріалу дроту, що враховує кількість проводів живлячої лінії і напруги мережі, 4,6;

F – переріз дроту, 70 мм²;

$$\Delta U = 75 \cdot 6 / (4,6 \cdot 70) = 0,13\%$$

Згідно ПУЕ для внутрішніх проводок допустима втрата напруги не повинна перевищувати 2,5%

$$0,13 > 2,5$$

Умова виконується, отже переріз дроту підходить по втраті напруги.

Для інших ліній дріт вибирається аналогічно.

Вибирається дріт АПВ перетином 2,5мм² $I_{\text{н.л}}=19$ А на решту всіх ліній. Дроти до двигунів робочих механізмів прокладаються в сталевих трубах діаметром 25 мм.

2.9.4. Вибір марки тиристорів для силового обладнання установки гранулювання комбікормів

Оскільки режим роботи електродвигунів тривалий і частота включення незначна, навантаженням тиристорів можна вважати номінальний струм електродвигуна, враховуючи, що тиристори експлуатуватимуться з природним повітряним охолодженням.

Визначається розрахунковий струм тиристора для преса устаткування ОГМ – 1,5А двигуна М1 [15, 16, 17].

$$I_T = I_{н.дв}/R_o \quad (2.19)$$

де R_o – коефіцієнт враховує умови охолодження. Для тиристорів з природним охолодженням $R_o=0,35$

$$I_T = 136/0,35 = 388 \text{ А}$$

Приймається заздалегідь тиристор типу Т502 – 900

Визначається пусковий струм електродвигуна і перевіряється перевантажувальна здатність тиристора [18, 19, 20]

$$I_{пуск} = R_i * I_{н.дв} \quad (2.20)$$

$$I_{пуск} = 7 * 163 = 952 \text{ А}$$

Перевантаження тиристора

$$K_{п} = I_{пуск}/I_T \quad (2.21)$$

$$K_{п} = 952/900 = 1,05 \text{ або } 5\%$$

Таке перевантаження тиристор може витримати протягом 40 секунд, що цілком допустимо.

Для інших ліній тиристори вибираються аналогічно.

Для М2 норія №1 приймаємо оптоелектронне гібридне напівпровідникове трифазне реле змінного струму великої потужності 5ПЗ6ТМ – 10 – 6 $I = 10A$ $U = 600V$.

Для М3 норія №2 приймаємо оптоелектронне реле 5ПЗ6ТМ – 10 – 6 $I = 10A$ $U = 600V$.

Для М4 циклон приймаємо оптоелектронне реле 5ПЗ6ТМ – 20 – 6 $I = 10A$ $U = 600V$.

Для М5 проіювача приймаємо оптоелектронне реле 5ПЗ6ТМ – 10 – 6 $I = 10A$ $U = 600V$.

Для М6 подрібнювача приймаємо оптоелектронне реле 5ПЗ6ТМ – 20 – 6 $I = 10A$ $U = 600V$.

Для М7 живлячого шнека приймаємо оптоелектронне реле 5ПЗ6ТМ – 10 – 6 $I = 10A$ $U = 600V$.

Для М8 шнека дозатора приймаємо оптоелектронне реле 5ПЗ6ТМ – 10 – 6 $I = 10A$ $U = 600V$.

Для М9 шнека завантаження приймаємо оптоелектронне реле 5ПЗ6ТМ – 10 – 6 $I = 10A$ $U = 600V$.

Для М10 вібратора приймаємо оптоелектронне реле 5ПЗ6ТМ – 10 – 6 $I = 10A$ $U = 600V$.

2.9.5. Розроблення схеми підключення установки гранулювання комбікормів

Устаткування розраховане на підключення до мережі 380/220 В. Ввід здійснюється на силовий щит типу СЩ підлогового виконання на вході з

автоматом.

В цілому даний пристрій є послідовним сполученням елементів без резервування, вихід з ладу кожного з них приводить до відмови схеми автоматизації.

Кожний з блоків складається з послідовно сполучених радіоелементів, загальна номенклатура яких приведена в таблиці 2.5. Інтенсивність відмов окремих елементів, взята по додатку А [21, 22, 23, 24].

При розрахунку сумарної інтенсивності відмов необхідно врахувати поправочні коефіцієнти: K_t – температурний коефіцієнт, K_c – коефіцієнт навколишнього середовища, K_n – коефіцієнт навантаження. Вважаємо, що температура елементів спроектованої системи автоматизації не виходить за межі 70°C тому приймаємо $K_t = 1,5$. $K_c = 1$.

Результати розрахунку сумарної інтенсивності відмов зводимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 - Результати розрахунку сумарної інтенсивності відмов системи автоматизації

Назва елементу	n, од	$\Lambda \cdot 10^{-6}, \text{г}^{-1}$	Kt	Kс	Kн	λ_i
Конденсатори електролітичні	32	0,035	1,5	1	1,5	2,52
Конденсатори керамічні	10	0,015	1,5	1	1,5	0,33
Резистори	40	0,043	1,5	1	1,2	3,09
Трансформатор	1	0,025	1,5	1	1,3	0,04
Діоди	41	0,2	1,5	1	1,1	13,51
Тиристори	24	0,1	1,5	1	1,1	3,96
Транзистори силові	10	1,91	1,5	1	1,3	0,955
Транзистори малопотужні	10	0,4	1,5	1	1,1	3,96
Мікросхеми	49	0,01	1,5	1	1,3	1,5
Опто – реле	12	0,2	1,5	1	1,3	1,86
Роз'єми	11	0,07	1,5	1	1,3	37,24
Паяні з'єднання	945	0,001	1,5	1	1,3	7,8

Сумарна інтенсивність відмов:

$$\Lambda = \sum \lambda_i = 2,52 + 0,33 + 3,09 + 0,04 + 13,51 + 3,96 + 0,95 + 3,96 + 1,57 + 37,24 + 7,8 + 1,86 = 76,76 \cdot 10^{-6} \text{г}^{-1}$$

Ймовірність безвідмовної роботи системи автоматизації протягом року:

$$P(t) = e^{-76,76 \cdot 10^{-6} \cdot 8760} = 0,51$$

Напрацювання до відмови:

$$T_1 = 1/\Lambda$$

$$T_1 = 1/76,76 \cdot 10^{-6} = 13027 \text{ г.}$$

3. Спеціальна частина

3.1. Розроблення алгоритмічного забезпечення

Алгоритми зважування компонентів комбікорму зображено на рисунках 3.1 та 3.2. Керування технологічною лінією реалізується шляхом відкриття або закриття відповідних засувов, що контролюються на основі логічних сигналів від датчиків стану робочих органів устаткування та тензодатчиків маси компонентів.

Після запуску автоматизованої системи на виконання, за умови що бункери дозаторів закриті, система ініціює зважування компонентів первинної групи дозаторів тих, що складають найбільшу відносну масу у складі комбікормової суміші. Потім здійснюється зважування складових комбікорму допомогою вторинної групи дозувальних пристроїв. Розвантаження ваг здійснюється синхронно, за умови, що бункерні змішувальні пристрої закриті. Завершується зважування при досягненні маси, меншої від значення, що дорівнює двом молодшим розрядам для відповідного типу дозаторів. Якщо ця умова не виконується, система реєструє аварійну ситуацію.

Змішувач розвантажується після завершення встановленого періоду перемішування, у випадку відсутності сигналу заборони «Вивантаження заборонено». Після завершення розвантаження система переходить у режим очікування нової рецептури комбікормової суміші.

Готовий комбікорм після змішування транспортується на просіювальні установки, де здійснюється контроль фракційного складу та доущільнення сировини. Завершальним етапом є подача готової продукції за допомогою ланцюгового конвеєра на гранулювання і далі на склади зберігання.

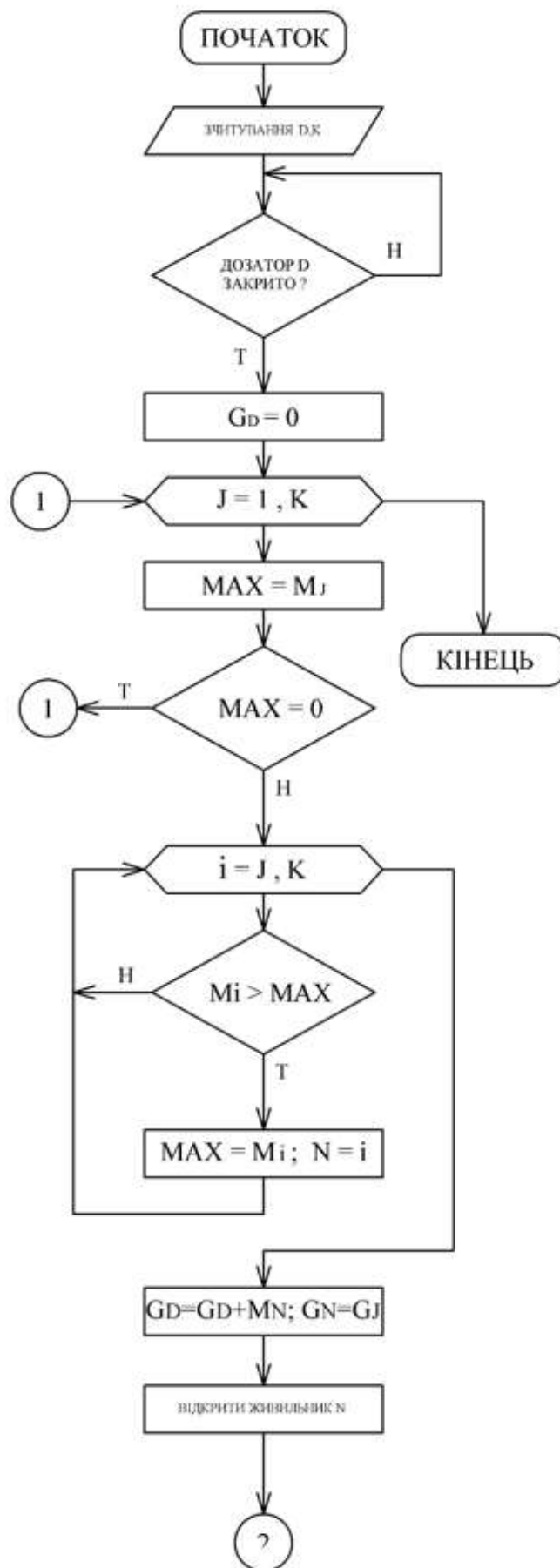


Рис. 3.1 - Алгоритм зважування компонентів комбікормів.

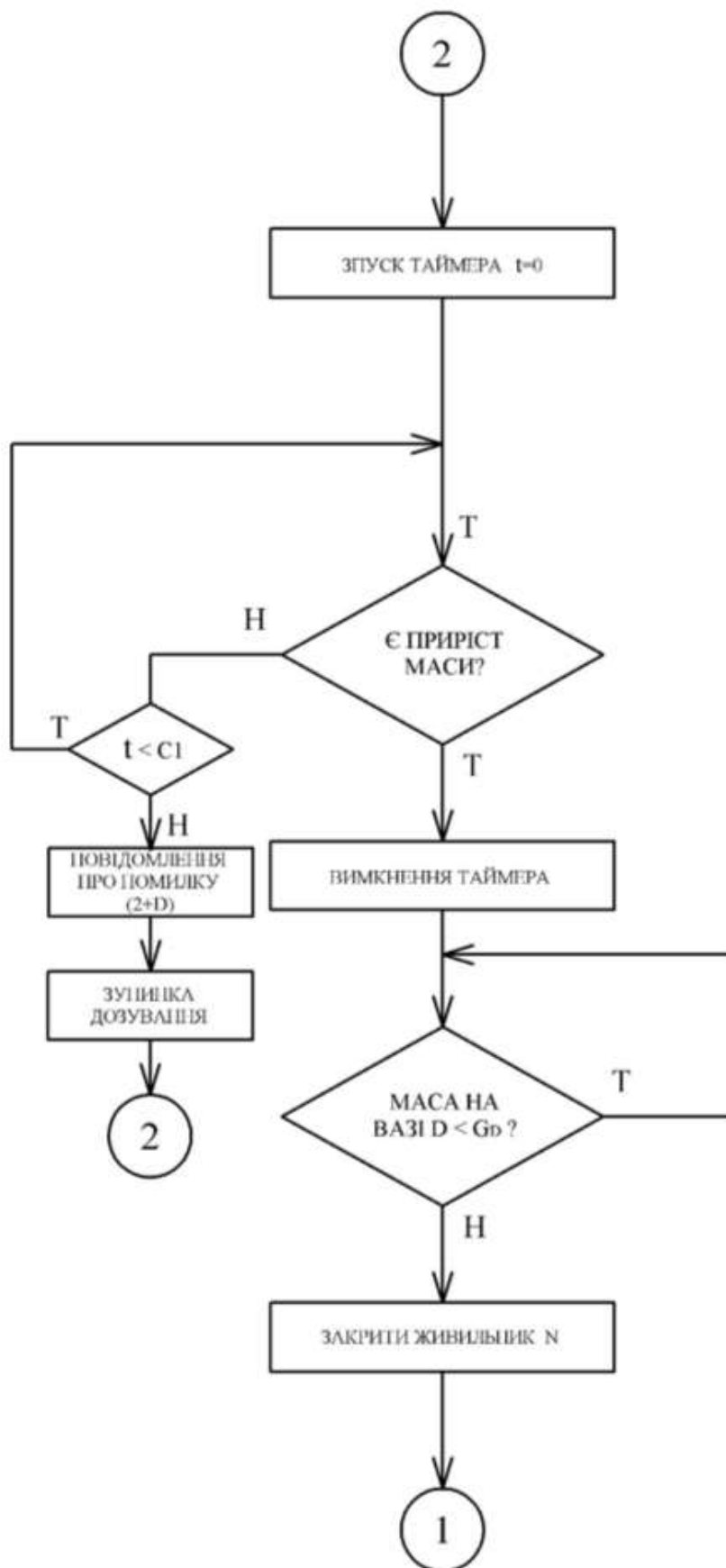


Рис. 3.2 - Алгоритм зважування компонентів комбікормів.

3.2. Розроблення програмного забезпечення

Програмування на асемблері вважається доволі складним завданням з кількох причин:

1. Складність мови. Асемблер кожного процесора є значно складнішим за мови високого рівня. Щоб ефективно використовувати асемблер, програміст повинен володіти знанням інструкцій конкретного мікропроцесора, кількість яких разом із варіаціями перевищує сотню. Це набагато більше, ніж кількість операторів у мовах високого рівня. До того ж, асемблер постійно змінюється через впровадження нових мікропроцесорів, що спричиняє появу нових команд.

2. Контроль над ресурсами. У процесі програмування на асемблері розробник самотійно управляє пам'яттю та вмістом регістрів. На відміну від мов високого рівня, де розподіл ресурсів автоматизований компілятором, тут це забезпечує більшу гнучкість: дозволяє оптимізувати розташування даних у пам'яті, пришвидшити виконання програми та зменшити її розмір.

3. Складність відлагодження. Створення та налагодження програм на асемблері вимагає постійного контролю вмісту регістрів і адрес пам'яті. Це ускладнює процес розробки, особливо при роботі з великими проектами.

Як правило, повна розробка програм виключно на асемблері не рекомендується, навіть якщо процесор є популярним. Хоча будь-яке програмне рішення можна реалізувати лише на асемблері, це потребує значно більше часу на написання і відладку.

Ефективнішим підходом є використання мови високого рівня для основної логіки, а критично важливі з точки зору продуктивності ділянки коду – реалізовувати на асемблері. Наприклад, це може стосуватися низькорівневих процедур вводу/виводу, обробки переривань тощо.

Процес створення програмного забезпечення на асемблері включає такі основні етапи:

1. Написання початкового тексту програми;
2. Асемблювання (створення об'єктного коду);
3. Компоновка (отримання виконуваного файлу);
4. Відлагодження (виявлення й усунення помилок).

Ці етапи зазвичай повторюються циклічно до досягнення стабільної версії програми.

Код на асемблері записується у файли з розширенням *.asm (основний код) або *.inc (включені константи й типи). Це звичайні текстові файли, які можна редагувати у будь-якому редакторі, що підтримує формат ASCII. Не рекомендується використовувати спеціалізовані текстові процесори (наприклад, MS Word), які можуть додавати непотрібні символи.

Зручніше працювати в інтегрованому середовищі розробки (IDE), створивши окрему директорію для всіх пов'язаних з проектом файлів. Звідти можна запускати необхідні інструменти для написання, компіляції та компонування програми.

Файл із початковим кодом передається до спеціальної програми – асемблера (наприклад, MASM або TASM), яка транслює його у машинний код. Результатом є об'єктний файл із розширенням *.obj. Для цього використовують прості команди:

```
masm prog1.asm
```

```
tasm prog1.asm
```

За потреби можна вказати додаткові параметри команд. Якщо проект складається з кількох частин, кожен файл асемблюється окремо.

Об'єктні файли необхідно об'єднати у виконавчий файл (*.exe або *.com). Це робить спеціальна програма-компоновщик – наприклад, link (Microsoft) або tlink (Borland):

```
link prog1.obj prog2.obj
```


tlink prog1.obj prog2.obj

Виконуваний файл отримує назву першого об'єктного модуля в команді.

Більшість програм потребують відладки. Для цього використовуються спеціальні інструменти, наприклад Turbo Debugger (tg386). Вони дозволяють переглядати та змінювати вміст регістрів, пам'яті, слідкувати за виконанням коду по кроках, виставляти точки зупинки тощо.

Сучасні асемблери зазвичай мають інтегровані середовища розробки, які надають зручний інтерфейс для написання, компіляції, компонування та відладки коду в межах однієї програми. Також ІС містять довідкові матеріали, що значно полегшує роботу. Проте вбудовані відладчики можуть мати обмежений функціонал.

Усі дані у мікропроцесорі зберігаються у вигляді бітів фіксованої довжини. Саме програміст вирішує, як інтерпретувати ці біти – як числа (зі знаком чи без), коди символів або двійково-десяткові значення. Хоча процесор оперує з двійковими числами, мова асемблера дозволяє вводити значення у зручній формі – десятковій, шістнадцятковій, двійковій – або навіть у вигляді виразів, які потім перетворюються в машинний код автоматично.

- Двійкові числа: додається суфікс В або b, наприклад 11011111b;
- Шістнадцяткові числа: суфікс H або h, з обов'язковим початковим цифровим символом – 0C5h.

За замовчуванням використовується десяткова система числення, але це можна змінити директивою `radix`.

Процесори родини 80x86 підтримують такі типи даних:

1. Байт (8 біт) – мінімальна одиниця пам'яті. 1 байт = 256 можливих значень.

2. Слово (16 біт) – 1 слово = 65 536 станів = 64 Кб.

Використовується для регістрів та основних операцій.

3. Подвійне слово (32 біт) – 1 подвійне слово = 4 294 967 296 варіантів (4 Гб).

4. Рядки та адреси – для організації послідовностей байтів або вказівників.

У процесорах Intel молодші байти записуються за нижчими адресами в пам'яті. Наприклад, слово 1539h, розташоване з адреси N, має байти: 39h за N, 15h за N+1. Це важливо при роботі з пам'яттю та визначенні типу адресації (наприклад, near-адресація в межах сегменту).

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

4.1 Аналіз і характеристика потенційних небезпек та шкідливостей на дільниці фасування компонентів комбікормів

Безпека трудового процесу характеризується параметрами безпеки трудових операцій при виконанні нормативних завдань. Порухенням параметрів безпеки трудових операцій є поява шкідливих і небезпечних виробничих факторів, якщо їх поява не пов'язана з порушенням параметрів безпеки обладнання і виробничих процесів.

Загальна безпека праці являється сукупністю трьох складових: безпеки виробничого процесу, безпеки виробничого обладнання, безпеки трудового процесу.

У процесі робота обладнання комбікормового цеху можливе розпилення в повітрі пилу, який може викликати в людини фіброгідну дію. Граничнодопустима концентрація пилу у повітрі – 5 мг/м³.

Робота на пресі-грануляторі відноситься до легкої категорії (категорії І). Робота проводиться сидячи, стоячи або пов'язана з ходьбою, але не потребує фізичного систематичного напруження і підняття і перенесення вантажів.

Висота цехів вибирається залежно від характеру технологічного процесу такою, щоб можна було забезпечити видалення зайвої запиленості, але не менше 3 м. Для покращення умов праці встановлено біля кожного обладнання місцеву витяжну вентиляцію.

Для роботи на автоматизованому обладнанні необхідне раціональне освітлення, дозволяюче оператору слідкувати за показами пульта керування не напружуючи зору.

Таблиця 4.1. – Оптимальні параметри мікроклімату

Періоди року	Температура повітря, °С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря
Холодний і перехідний (середньодобова температура повітря нижче +10 °С)	20..23	60..40	0,2
Теплий (середньодобова температура повітря +10°С і вище)	22..25	60..40	0,2

Недостатність освітленості може призвести до погіршення зору оператора. В таблиці 4.2 подано визначення розряду зорових робіт.

Відстань до об'єкту розпізнавання від очей працюючого – більше 0,5 м.

Таблиця 4.2 – Розряд зорових робіт.

Розряд зорової роботи	Штучне освітлення, лк	Природне освітлення, %	Змішане освітлення, %
IV	200	4	2,4

В обов'язки оператора входить завантаження вібробункера, заправка поліетиленової плівки, контроль за пультом керування.

У виробничому приміщенні, де знаходиться автомат, повинно бути

загальне рівномірне освітлення. Висота цеху – 4 м, тому в якості освітлювальних приладів використовуємо люмінесцентні лампи.

Коректований рівень звукового тиску на ділянці цеху біля проектного автомату допустимий до 80 дБ при частоті 16 Гц.

Сумарний час роботи в контакт з автоматами і машинами, що викликають вібрацію, не повинен перевищувати 2/3 робочої зміни.

Заземлення автоматів для розфасовки сипучих матеріалів здійснюється до загальної шини цеху. З метою запобігання ураження електричним струмом, слід періодично перевіряти ізоляцію провідників, які знаходяться під напругою.

4.2. Розрахунок місцевої витяжної вентиляції на ділянці дозування сипучих компонентів комбікормів

Застосування місцевої витяжної вентиляції оснований на вловлюванні і видаленні шкідливих речовин безпосередньо біля джерела їх утворення, на запобігання їх розповсюдження по всьому приміщенні. Тоді, коли боротьба з пилом при допомозі загальнообмінної вентиляції дає малий ефект, то місцева вентиляція дозволяє повністю усунути запиленість приміщення.

Пристрої місцевої витяжної вентиляції роблять у вигляді укриття або місцевих відсмоктувачів (рисунк 4.1).

Кількість повітря L (м³/год), котру необхідно видалити від укриттів і відсмоктувачів, визначаємо за формулою:

$$L = F \cdot v \cdot 3600,$$

де F – площа відкритих отворів, через котрі засмоктується повітря, м²;

v – швидкість повітря в цих отворах, м/с;

$$v = 0,5 \div 1,25 \text{ м/с}$$

Прийmemo $v = 0,7$ м/с, $F = 2,4$ м², тоді

$$L = 2,4 * 0,7 * 3600 = 6048 \text{ (м}^3\text{/год)}.$$

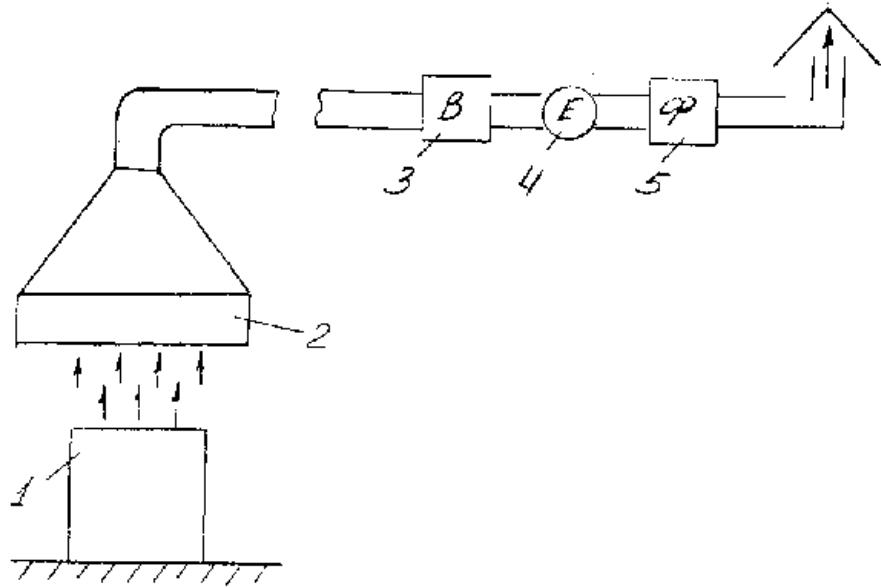


Рис. 4.1 - Схема місцевої витяжної вентиляції

(1 – автомат; 2 – витяжний зонт; 3 – вентилятор; 4 – електродвигун; 5 – фільтр).

Укриття з відсмокувачем характерні тим, що джерело шкідливостей знаходиться всередині них і вони можуть бути використані як укриття-кожухи, повністю або частково включаючи в себе обладнання, витяжні шафи, вітринні укриття, кабіни і камери.

В середині укрить відбувається розрідження, завдяки чому шкідливі речовини не можуть потрапити в повітря приміщення. По всмоктуючих повітряводах вони видаляються з укриття. Такий спосіб запобігання шкідливих виділень в приміщеннях називають аспірацією.

Повне укриття машин і механізмів, виділяючих шкідливих речовин, - це найбільш досконалий і економічний спосіб запобігання їх попадання в повітря приміщення. Важливо ще на стадії проектування розробити технологічне обладнання таким чином, щоб такі вентиляційні пристрої органічно входили б в загальну конструкцію, не заважаючи технологічному процесу і одночасно розв'язуючи санітарно-гігієнічні завдання.

4.3. Пожежна профілактика на ділянці дозування сипучих компонентів комбікормів

Робота автоматизованого комплексу для розфасовки сипучих матеріалів зв'язана з обробкою важкогорючих засобів і середньозаймаючимися матеріалами (поліетлен, ламінований папір).

У відповідності до СНіП, цех де знаходиться комплекс відноситься до категорії Г виробництв по пожежній і вибуховій безпеці.

Таблиця 4.3. Характеристика виробництва по ступеню пожежної безпеки

Категорії виробництв	Допустима кількість поверхів	Ступінь вогнестійкості споруди	Площа поверху, м²
Г	3	III	800

Ступінь вогнестійкості споруд.

Приміщення, в якому проводяться розфасовочні роботи побудовано з елементів конструкції по 4 категорії протипожежної безпеки:

характер виробництва – пожебезпечне

категорія виробництва – Г

характеристика оброблюваних речовин – під дією вогню чи температури важко спалахують

Мінімальні границі стійкості будівельних конструкцій в залежності від ступеня стійкості споруд і приміщень згідно [25], приведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Мінімальні границі стійкості основних будівельних конструкцій.

Ступінь вогнестійкості	Основні будівельні конструкції					
	Несучі клітки, клітки сходів	Площадки сходів, сходи	Зовнішні стіни з навісних панелей	Внутрішньонесучі стіни (перегородки)	Плити, настили між поверхами	Плити, настили та інші несучі конструкції
III	2	1	0,25	0,25	0,7	0,25

В разі виникнення пожежі передбачені шляхи евакуації людей (рисунк 4.2).

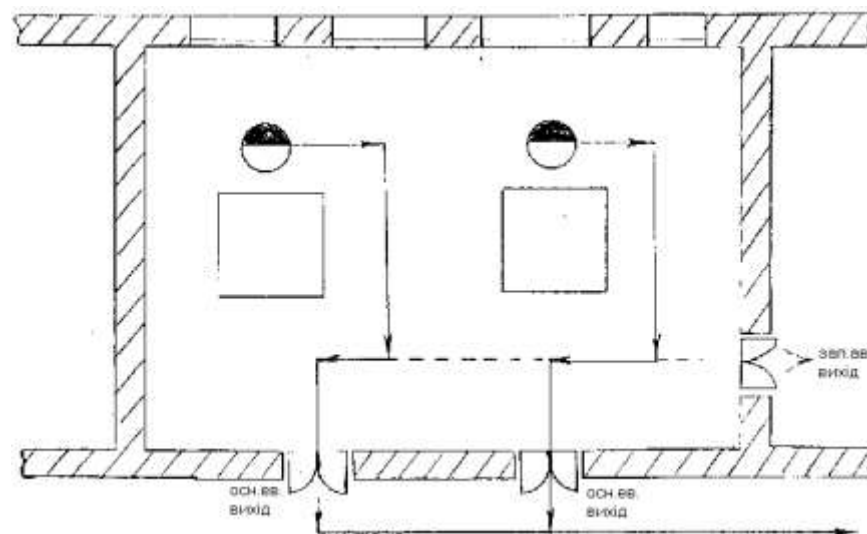


Рисунок 4.2. Схема евакуації

Евакуація людей з приміщень і будівель повинна забезпечуватися евакуаційними шляхами.

Евакуаційні шляхи забезпечують евакуацію через евакуаційні виходи всіх людей, які знаходяться в приміщенні під час евакуації.

Виходи рахуються евакуаційними, якщо вони ведуть із приміщень

першого поверху безпосередньо назовні або через головний вхід, із приміщення в сусіднє приміщення на цьому ж поверсі, забезпечене виходом назовні і не має виробничої категорії А, Б, Е.

В приміщенні є три евакуаційні виходи. Двері, призначені для евакуації, відкриваються назовні. На шляху евакуації не повинно бути турніків (вертушок).

На видному місці в цеху є вивішені інструкції, плакати, а також таблиць бойового відділення ДПД і обов'язки робочих і службовців на випадок пожежі.

Кожне підприємство і заклад повинні бути забезпечені вогнегасниками в залежності від встановлених норм початкових засобів пожежогасіння.

На проектуваному автоматі для пожежогасіння використовуються вогнегасники ОУ – 5 і ОХВП – 10. Так як автомат працює під високою напругою, то обидва вогнегасника застосовуються для гасіння пожежі.

Для дільниці фасування сипучих матеріалів, згідно рекомендацій [26, 27, 28] виберемо засоби пожежогасіння (таблиця 4.5).

Таблиця 4.5 – Засоби пожежогасіння.

Назва приміщ., споруди, установи	Одиниці виміру, м ²	Назва пожежного обладнання і перших засобів пожежогасіння					
		Вогнегасники			Ящик з піском	Бочка з водою	Лампа
		ОХВП - 10	ОВП - 10	ОУ - 5			
цех	100	1	-	1	1	-	-

4.4. Оцінка стійкості цеху виготовлення комбікормів до уражаючих факторів ядерного вибуху

Стійкість роботи промислового об'єкту де застосовуються автоматизовані технології виробництва представляє собою здатність в умовах військового часу виготовляти продукцію у запланованому об'ємі і номенклатурі, а при одержанні слабких і частково середніх уражень відновлювати своє виробництво в мінімальні строки.

Ціль оцінки стійкості об'єкта заключається у виявленні слабких елементів, щоб в подальшому провести інженерно-технічні міроприємства, направлені на підвищення стійкості об'єкта в цілому, а також його автоматизованого обладнання, щоб запобігти перериванню технологічного процесу.

Оцінка стійкості роботи об'єкту – це всебічне вивчення підприємства з точки зору властивості його протистояти дії уражаючих факторів ядерного вибуху, продовжувати роботу і відновлювати виробництво при одержанні слабких уражень.

Промислові підприємства народного господарства відрізняються один від одного як по конструктивному вирішенню, так і по технологічному процесу. Різниця об'єктів заключається в будівлях і спорудах, обладнанні і технології виробництва, комунально – енергетичних сітках і території, на якій розташований об'єкт. Тому по всіх випадках оцінка стійкості кожного об'єкта має свої особливості і потребує конкретного підходу до вирішення цього питання. У даному випадку можливо розглянути тільки загальне для всіх об'єктів питання оцінки стійкості до дії уражаючих факторів зброї масового ураження.

Оцінка стійкості роботи об'єкта починається з району розміщення. Об'єкт може знаходитись у місті, за межею його проектної забудови і на деякій відстані від міста. Досліджується територія району, його структура,

густота і тип забудови, сусідні об'єкти і можливість виникнення на них другорядних факторів ураження. На об'єкті визначається густина забудови, розміщення основних будівель і споруд, які здійснюють вплив на характер ураження, можливе утворення завалів і виникнення пожеж. Особлива увага звертається на ділянки, де можливе виникнення небезпечних другорядних факторів ураження.

Беруться на облік всі будівлі і споруди, проводиться оцінка їх статичної стійкості. Вивчається кожен цех і його окремі елементи як по конструктивному вирішенню, так і по матеріалам які були використані в будівництві. Розглядаються умови розташування технологічного обладнання і визначаються види уражень і пошкоджень, які можуть мати місце при ядерному вибуху і завалі огорожуючих конструкцій цехів. Особливо важливо визначити захист цінного і особливого обладнання, насиченість виробництва автоматикою і можливість продовження виробництва у випадку виходу з ладу контрольно – вимірювального обладнання.

Досліджуються комунально – енергетичні системи об'єкта і проводиться оцінка стійкості споруд і ліній, тобто, визначаються параметри уражаючих факторів, при яких комунально – енергетичні сітки те чи інше ураження.

Визначається забезпечення працюючого персоналу захисними спорудами: встановлюється кількість сховищ, укриттів і оцінюються їх захисні властивості.

Вивчається система керування, зв'язку і оповіщення на основі вивчення стану захисних пунктів керування, вузлів і ліній зв'язку.

Аналізується система матеріально – технічного забезпечення і виробничих зв'язків. Встановлюється об'єм запасів і можливих строків продовження роботи без постачань; визначається відповідність їх кількості і номенклатури потребності, які потребуються для виробництва військового

часу. Оцінюється стійкість складів сировини, комплектуючих виробів, готової продукції і інших матеріалів, а також сховища горючих матеріалів.

Вивчається підготовка об'єкту до відновлення виробництва у випадку одержання слабких чи середніх уражень. Аналіз виробничої діяльності об'єкта дозволяє виявити слабкі елементи, ділянки і підготувати план підвищення стійкості їх роботи і план відновлювальних робіт, а також забезпечити їх будівельно – монтажною і проектною документацією.

Оцінка стійкості роботи об'єкта здійснюється за уражаючими факторами ядерного вибуху. Відстані, на якій може бути надлишковий тиск ударної хвилі, дані про надлишковий тиск беруться з таблиці у відповідності до відстані від центру вибуху і потужності ядерного боєзапасу.

Оцінка стійкості роботи промислового підприємства де застосовуються автоматизовані технології виробництва до дії ударної хвилі. Критерієм для визначення стійкості об'єкта народного господарства до дії ударної хвилі ядерного вибуху являється величина надлишкового тиску, при якій будівлі і споруди об'єкта зберігаються чи одержать слабкі, або середні ураження.

При оцінці стійкості об'єкта необхідно виявити найбільш слабкі елементи і ділянки, від яких залежить робота всього підприємства.

Проводячи оцінку стійкості, доцільно всі дані розрахунків по надлишковому тиску звести до робочої таблиці.

Характеристика будівель, споруд і величина надлишкового тиску, яка викликає слабкі чи середні ураження вибираються з таблиць.

Після оцінки окремих будівель оцінюється об'єкт в цілому. При цьому стійкість об'єкту визначається по тій будівлі чи споруді, яке руйнується при найменшому надлишковому тиску.

Після оцінки стійкості об'єкта намічаються міроприємства, які необхідно провести для підвищення стійкості роботи об'єкта до дії ударної

хвилі ядерного вибуху. Для цього визначають доцільні межі підвищення стійкості кожної споруди.

Оцінка стійкості роботи промислового підприємства де застосовуються автоматизовані технології виробництва до дії світлового випромінювання. Критерієм стійкості об'єкта до дії світлового випромінювання являється світловий імпульс, при якому проходить згорання тих чи інших будівель і споруд та виникнення пожеж.

При оцінці стійкості враховується якість будівельного матеріалу, характеристика будівель і споруд, особливості виробництва. Виникнення пожеж, в першу чергу, залежить від того, які будівельні матеріали використані при спорудженні будівель і споруд об'єкта.

Всі будівельні матеріали по загоранню діляться на три групи: ті які не загоряються, важко згорювані, і ті які згорають.

Ті що не загоряються – це такі матеріали, які під дією полум'я чи високої температури не загоряються, не тліють і не обвуглюються. До них відносяться всі натуральні і штучні неорганічні матеріали, а також ті, що використовуються в будівництві метали.

Важкозгорювані – це такі матеріали, які під дією полум'я чи високої температури важко загоряються, тліють чи обвуглюються і продовжують горіти чи тліти тільки при наявності джерела вогню, а при його відсутності горіння чи тління зупиняється. До таких матеріалів відносяться матеріали, які складаються з негорючих і горючих складових, наприклад: асфальтовий бетон, гіпсові і бетонні деталі з органічними заповнювачами; глиносоломенні матеріали чи густиною не менше 900 кг/м^3 ; цементний фіброліт; деревина, яка була піддана глибокому пропитуванню антипіренами; войлок, вимочений в глиняному розчині, та інші.

Ті що згорають – це такі матеріали, які під дією полум'я чи високої температури загоряються чи тліють і продовжують горіти чи тліти після

знищення джерела вогню. До таких матеріалів відносяться всі органічні матеріали, які не були піддані глибокій пропитці антипіренами.

Самими небезпечними являються будівлі і споруди, виконані з матеріалів, що згоряють. Але і будівлі виконані з матеріалів які не згоряють, можуть витримати дію полум'я чи високої температури тільки певний час. Межа вогнестійкості конструкцій визначається часом в годинах, під час якого не появляються наскрізні отвори, конструкція не втрачає несучої здатності, не рушиться і не нагрівається до температур порядку 200° С на протилежній стороні.

По степеню загорюваності будівлі і споруди поділяються на п'ять груп (I,II,III,IV і V) в залежності від вогнестійкості частин будівлі і споруди.

Вогнестійкими будівлями чи спорудами являються цегляні (бетонні) будівлі I і II степені вогнестійкості, у яких всі частини виконані з матеріалів, що не згоряють. Особливо небезпечними в протипожежному відношенні являються будівлі IV і V степені вогнестійкості.

Виникнення пожеж залежить також від технологічного процесу і характеру виробництва. Тому об'єкти оцінюються по пожежній небезпеці в залежності від характеру виробництва. При цьому виникнення пожеж можливе від світлового випромінювання і руйнування виробничих будівель ударною хвилею.

По пожежній небезпеці всі об'єкти поділяються на п'ять категорій : А, Б, В, Г і Д.

До підприємств категорії А відносяться нафтопереробні заводи, хімічні підприємства, фабрики штучного полотна, бензоекстранційні цехи, цехи гідрування, дистиляції і газофракціонування виробництва штучного рідкого палива, склади бензину, цехи обробки і використання металічного натрію, калію і інші.

До підприємств категорії Б відносяться цехи приготування і транспортування хімічних матеріалів, промивочно – пропарюючі станції цистерн і іншої тари від мазути і інших рідин з температурою спалаху парів 28-120° С; вибійні і розбійні відділення млинів, цехи обробки синтетичного каучуку, цехи виготовлення цукрової пудри і інші.

До підприємств категорії В відносяться лісопильні, деревообробні, столярні, модельні і лісотарні цехи; відкриті склади масла, масляне господарство електростанцій; переважна кількість цехів текстильного виробництва.

До підприємств категорії Г відносяться металургійні виробництва, підприємства гарячої обробки металів, термічні і інші цехи, а також котельні.

До підприємств категорії Д відносяться підприємства по холодній обробці металу і інші зв'язані з зберіганням і переробкою матеріалів, що не згорають.

Найбільш небезпечними в пожежному відношенні являються підприємства категорії А і Б. Практично можливість виникнення пожеж в виробничих будівлях категорій В, Г і Д знаходиться в залежності від степені вогнестійкості будівель.

Для підприємств категорій В, Г і Д можливість утворення зон окремих і суцільних пожеж в основному залежить від вогнестійкості будівель, а для підприємств категорії А і Б слід враховувати, що суцільні пожежі можуть виникнути на відстані від епіцентру вибуху, де надлишковий тиск у фронті ударної хвилі складе 10 кПа і більше. Масові пожежі можуть виникнути в будівлях і спорудах, які зруйновані не повністю, тобто, при надлишковому тиску у фронті ударної хвилі до 50 кПа для будівель I – III степені вогнестійкості (з кам'яними стінами) і 20 кПа для будівель IV – V степені вогнестійкості (з дерев'яними стінами).

І так, масові пожежі можуть виникнути в межах відстаней від епіцентру вибуху, на який діють надлишковий тиск ударної хвилі від 10 до 50 кПа.

Для оцінки стійкості будівель і споруд до дії світлового випромінювання використовуються дані про світлові імпульси, при яких загоряються різноманітні матеріали; відстані, на яких можливі світлові імпульси в залежності від потужності вибуху; дані про оцінку стійкості до дії світлового імпульсу на будівлі і споруди.

Таким чином, при оцінці стійкості об'єкту до дії світлового випромінювання уважно вивчають всі будівлі, споруди і виробничі установки, розміщені на території підприємства; визначаються місця можливого загоряння, а також аналізуються наслідки, які можуть виникнути від пожежі з врахуванням характеру виробництва оточуючої об'єкт забудови.

Після оцінки вогнестійкості будівель, споруд і вивчення характеру технологічного процесу роблять висновки про стійкість до дії світлового випромінювання об'єкта в цілому.

На основі проведеної оцінки виробляються міроприємства по підвищенню вогнестійкості об'єкта.

Оцінка стійкості роботи промислового підприємства де застосовуються автоматизовані технології виробництва до дії проникаючої радіації і радіоактивного зараження. Робота об'єкта в першу чергу залежить від самопочуття людей, і при ураженні радіацією робітників і службовців підприємство працювати не може.

Критерієм оцінки стійкості роботи об'єкта являється доза радіації, яку можуть одержати робітники і службовці, опинившись в зоні зараження.

Оцінка стійкості роботи об'єкта до дії проникаючої радіації включає визначення коефіцієнтів захисту (коефіцієнт ослаблення радіації $K_{осл}$) для

будівель, споруд, сховищ і укриттів. Коефіцієнт ослаблення радіації $K_{осл}$ можна визначити по формулі:

$$K_{осл} = 2^{h / d_{пол}}$$

де h – товщина захисного шару;

$d_{пол}$ - шар половинного послаблення, який можна знайти в довідниках.

При оцінці стійкості роботи об'єкта до дії радіоактивного зараження визначається також можливість герметизації виробничих приміщень з ціллю зменшення проникання в них радіаційного пилу.

Окрім того, при оцінці стійкості до дії радіації визначається наявність матеріалів, приладів і апаратури, чутливих до дії радіації.

На основі оцінки стійкості роботи об'єкта до дії радіоактивного зараження визначаються режими роботи об'єкта в різних умовах радіоактивного зараження.

Оцінка стійкості роботи промислового підприємства де застосовуються автоматизовані технології виробництва до дії другорядних уражаючих факторів. До другорядних уражаючих факторів відносяться аварії, пожежі, вибухи, повені, забруднення атмосфери і місцевості, а також завали пошкоджених конструкцій. Масштаби уражаючої дії від другорядних уражаючих факторів в окремих випадках можуть перевершувати безпосередню дію ядерного вибуху.

Причинами виникнення другорядних уражаючих факторів являються руйнування, які викликані ядерним вибухом на об'єкті, що розглядається чи на сусідніх з ним об'єктах, опинившись в зоні безпосередньої дії ядерного вибуху, тобто, внутрішні і зовнішні джерела.

При оцінці стійкості об'єкта до дії другорядних уражаючих факторів ядерного вибуху визначаються всебічні джерела їх виникнення. В першу чергу виявляються внутрішні джерела, які знаходяться на самому

підприємстві. Це можуть бути резервуари і ємності з легкозаймаючимися рідинами і газами, склади вибухонебезпечних речовин, вибухонебезпечні технологічні установки і комунікації, руйнування яких викликає пожежі, вибухи чи загазованість, легкозаймаючіся будівлі чи споруди.

Зовнішніми джерелами другорядних уражаючих факторів ядерного вибуху можуть бути близько розміщені хімічні і нафтоперегонні заводи, нафтові і газові промисли, холодильники, гідровузли склади нафтопродуктів і інших горючих рідин, газгольдерні станції і інші об'єкти

Одночасно з врахуванням всіх можливих джерел другорядних уражаючих факторів визначається характер їх дії на об'єкт, що розглядається і встановлюється, який вид уражень і руйнувань можна очікувати, а також час і тривалість їх дії.

Дані оцінки стійкості до дії другорядних уражаючих факторів можуть бути взяті з довідників і таблиць.

Висновки

У кваліфікаційній роботі зроблений аналіз схеми автоматизації виробничого процесу гранулювання комбікормів за допомогою пресу-гранулятора ОГМ-1,5А.

Разроблено ряд електричних схем автоматизованої системи управління обладнанням для гранулювання комбікормових сумішей, зокрема на безконтактних елементах. Вся система контролюється і управляється персональною ЕОМ згідно програми, що дозволяє аналізувати параметри технологічного процесу та впливати на якість кінцевої продукції.

У силовій частині застосовані сучасні оптоелектронні гібридні напівпровідникові трьохфазні реле змінного струму великої потужності, що в сукупності підвищує надійність системи автоматизації.

Запропонована система автоматизації дешевша від аналогічних, що випускаються на базі контактної пускозахисної апаратури. Коефіцієнт імовірності безвідмовної роботи системи вищий ніж у контактної схеми.

Перелік посилань

1. Дяченко Л.С. Основи технології комбікормового виробництва: навч. посібник / Л.С. Дяченко, В.С. Бомко, Т.Л. Сивик. – Біла Церква, 2015. – 306 с.
2. Єгоров Б.В. Технологія виробництва комбікормів. Одеса: Друкарський дім, 2011.-448 с.
3. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / укл.: Стручок В. С. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 156 с.
4. Лабораторний практикум з проектування та моделювання роботи електропневматичних схем у середовищі програмного пакету «FluidSIM Pneumatics» з курсу «Технічні засоби автоматизації» / укл. : О.К. Шкодзінський. - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2020. - 32 с.<https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/31418>
5. Паламар М. І., Стрембіцький М. О., Паламар А. М. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2019. 150 с.
6. Петриченко В.Ф., Кулик М.Ф., Ібатуллін І.І. та ін. Виробництво, зберігання і використання кормів. Навчальний посібник; за ред. В.Ф. Петриченка. Вінниця: Діло, 2005. 472 с.
7. Технологія кормів та кормових добавок: навчальний посібник / К.М. Сироватко, М.О. Зотько. - Вінниця: ВНАУ, 2020.- 263 с.
8. Коноваленко І. В. Платформа .NET та мова програмування C# 8.0 : навч. посіб. / І. В. Коноваленко, П. О. Марущак. – Тернопіль : В. А. Паляниця, 2020 – 320 с.
<http://library.megu.edu.ua:8180/jspui/handle/123456789/4115>

9. Проектування мікропроцесорних систем керування: навчальний посібник / І.Р. Козбур, П.О. Марущак, В.Р. Медвідь, В.Б. Савків, В.П. Пісьціо. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2022. – 324 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/39189>
10. Капаціла Ю.Б., Савків В.Б. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра спеціальності «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка». Тернопіль.: Видавництво ТНТУ. 2025. 60 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/48495>
11. Козбур І.Р., Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Дослідження частотних характеристик неперервних лінійних систем», по курсу «Теорія автоматичного управління», для студентів 3 курсу спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Авт.: Козбур І.Р., Козбур Г.В. Марущак П.О., Савків В.Б. – Тернопіль: ТНТУ, ФПТ, каф. АВ, – 2022. – с. 16. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/39207>
12. Козбур І.Р., «Дослідження часових характеристик неперервних лінійних систем», по курсу «Теорія автоматичного управління», для студентів 3 курсу спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Авт.: Козбур І.Р., Козбур Г.В. Марущак П.О., Савків В.Б. – Тернопіль: ТНТУ, ФПТ, каф. АВ, – 2022. – 19 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/39206>
13. Автоматизація виробничих процесів. Навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. / Я.І. Проць, В.Б. Савків, О.К. Шкодзінський, О.Л. Ляшук. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. 344 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/1551>

14. Методичні вказівки по роботі з програмним симулятором "AVR simulator IDE" з курсу "Мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації" / укл. : В.Р. Медвідь , В.П. Пісьціо. - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2020. - 21 с.
15. Моделювання нелінійних систем керування у пакеті MATLAB SIMULINK, методичні вказівки до виконання лабораторної роботи по курсу «Комп'ютерні методи дослідження систем автоматичного управління», для студентів 4 курсу спеціальності 6.050201 «Системна інженерія» / укл. : І.Р. Козбур , Г.В. Козбур , Р.І. Михайлишин. – Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2019. - 19 с.
<https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/28057>
16. Моделювання систем керування в пакеті MATLAB SIMULINK, методичні вказівки до виконання лабораторної роботи по курсу «Комп'ютерні методи дослідження систем автоматичного управління», для студентів 4 курсу спеціальності 6.050201 «Системна інженерія» / укл. : І.Р. Козбур , Г.В. Козбур , Р.І. Михайлишин. – Тернопіль : ТНТУ, 2019. - 23 с.
<https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/28056>
17. Проектування та аналіз електричних схем в програмному середовищі Multisim. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з курсу "Проектування мікропроцесорних систем керування технологічними процесами" / укл. : В.Р. Медвідь , В.П. Пісьціо . - Тернопіль : ТНТУ Імені Івана Пулюя, 2018. - 26 с.
<https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/26404>
18. Проектування та аналіз електричних схем в програмному середовищі Proteus VSM. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з курсу "Проектування мікропроцесорних систем

- керування технологічними процесами" / укл. : В.Р. Медвідь , В.П. Пісьціо. - Тернопіль : ТНТУ, 2018. - 26 с.
<https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/26397>
19. Методичні вказівки до курсового проектування з курсу "Проектування систем автоматизації" / Савків В.Б., Шкодзінський О.К., Пісьціо В.П. Тернопіль : ТНТУ, 2025. 128 с.
<https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/48646>
20. Лабораторний практикум з проектування та моделювання роботи електропневматичних схем у середовищі програмного пакету «FluidSIM Pneumatics» з курсу «Технічні засоби автоматизації» / укл. : О.К. Шкодзінський. – Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2020. - 32 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/31418>
21. Трембач Р.Б., Медвідь В.Р. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни “Електроніка і мікросхемотехніка”. – Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2024. – 53 с.
<https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/44635>
22. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп’ютерні мережі. Книга 1 [навчальний посібник]. Львів : «Магнолія 2006», 2013. 256 с.
23. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп’ютерні мережі. Книга 2. [навчальний посібник]. Львів : "Магнолія 2006", 2014. 312 с.
24. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д. Телекомунікаційні системи та мережі. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017. 384 с.
25. Буров Є., Митник М. Комп’ютерні мережі. (у 2-х томах). Львів, Магнолія, 2018.

26. Комплексна безпека інформаційних мережевих систем. Навчальний посібник для студентів спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» / А. Г. Микитиший, М. М. Митник, О. С. Голотенко, В. В. Карташов. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. – 324 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/42625>
27. Методичні вказівки для написання розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» в кваліфікаційних роботах здобувачів освітнього рівня „бакалавр”. Для студентів всіх форм навчання рівень вищої освіти перший (бакалаврський)/ укл.: О. Я. Гурик , І. Б. Окіпний. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. - 20 с.
28. Навчально-методичний посібник до практичних заняття з дисципліни «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» для студентів освітнього ступеня „бакалавр" усіх спеціальностей та форм навчання / Укладачі : О. Я. Гурик, І. Б. Окіпний, В. С. Сенчишин, С. Ю. Мариненко, О. І. Король. Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2025. 123 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/48496>
29. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/42995>