

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Навчально-науковий інститут енергетики, автоматички і
енергозбереження

НУБІП України

ВИПУСКНА МАГІСТЕРСЬКА
РОБОТА
НУБІП України

на тему «Розробка та дослідження комп'ютерно-інтегрованої системи
керування процесом виготовлення майонезної
пасти на базі комплексу технічних засобів ОВЕН»

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

Керівник випускної магістерської роботи

Д.Т.Н., професор
(науковий ступінь та вчене звання)
Виконав

(підпис)

(підпис)

Застя Н. А.
(ПІБ)
Козловський Ю.С.
(ПІБ студента)

КНІВ – 2022
НУБІП України

ЗМІСТ

ВСТУП	4
Розділ 1	5
Виробництво майонезу періодичним способом	5
1.1 Підготовка компонентів за рецептурним листом	5
1.2 Приготування майонезної пасти	6
1.3 Приготування "грубої" майонезної емульсії	9
1.4 Гомогенізація емульсії майонезу	10
Розділ 2	14
Вибір технічних засобів автоматизації	14
2.1 Контур регулювання температури	14
2.2 Контур регулювання рівня	15
2.3 Контур регулювання витрати	16
2.4 Вибір виконавчого механізму	18
2.5 Вибір електродвигунів і насосів	20
2.6 Вибір запірної арматури	22
2.7 Вибір частотного перетворювача	26
2.8 Вибір датчика тиску	28
2.9 Вибір програмованого логічного контролера	28
Розділ 3	31
3.1 Побудова та дослідження математичної моделі об'єкта керування	31
3.2 Загальні відомості про об'єкт регулювання	32
3.3 Дослідження впливу збурень на імітаційній моделі ОК	36
3.4 Створення адаптивної системи керування	38
3.5 Вибір алгоритму керування об'єктом	41
Розділ 4	47
4.1 Принципова електрична схема	47
4.2 Розробка схеми з'єднань	49
4.3 Розробка схеми підключень	51
4.4 Розрахунок надійності системи автоматичного керування	53

Розділ 5.....	56
5.1 Розрахунок техніко-економічної ефективності автоматизації систем виробництва майонезу.....	56
Розділ 6.....	62
6.1 Програмування логічного контролера для процесу виготовлення майонезної пасти.....	62
6.2 Панель оператора для процесу виготовлення майонезної пасти.....	70
Висновок.....	73
Використана література.....	75

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

Майонез – надзвичайно популярний інгредієнт у різних стравах, як гарячих, так і холодних по типу салату. Із давніх часів майонез був стравою, що створювали на основі яєць, гірчиці, оливкового масла і спецій.

У зв'язку із зростанням попиту на даний вид продукції, для виробників створюється питання по необхідності впровадження і удосконалення уже існуючих систем автоматизації у виробництві, що дозволить зменшити витрати на енергоносії, на заробітну плату працівників, яких замінить автоматизація, також дозволить виробляти майонез вищого класу.

Об'єктом даної науково – дослідної роботи – це процес автоматичного керування теплообмінником – змішувачем, на базі використання технічних засобів автоматизації ОВЕН, а предметом дослідження – впроваджена адаптивна система автоматизації із розробленою SCADA системою по реперкуляції води.

Розділ 1

Виробництво майонезу періодичним способом

Технологія у виробництві майонезу вимагає створення найкращих

умов, що дадуть змогу отримати однорідну й стійку речовину із

нерозчинними друг у другу компонентів (олії та води). Враховуються такі

вхідні данні, як концентрація сухих компонентів, витрата олії для

виробництва, інтенсивність механічних змішувачів і т.д.

Виробництво майонезу складається з наступних стадій:

- 1) підготовка компонентів за рецептурним листом;
- 2) дозування компонентів і підготовка майонезної пасти (емульгуючої і структуруючої основи);
- 3) підготовка "попередньої" емульсії;
- 4) процес гомогенізації;
- 5) додавання різноманітних добавок;
- 6) дозування і фасування;

1.1 Підготовка компонентів за рецептурним листом

Порошкові компоненти, такі як: сухе молоко, цукровий пісок, ячний порошок, гірчичний порошок, сіль попередньо фільтрують на вібростатах, що мають у собі магніти для відловлювання різноманітних домішок.

Відсутність згустків у цих компонентах покращує їх вологоємність і дисперсність при проходженні процесу набрякання, а також поверхнево-активні властивості та емульгуючу здатність.

Сольовий розчин подається із сольового блоку у бак для приготування оцтово-сольового розчину, у якому він розводиться з водою до 13-15%-ної концентрації для майонезів із високим вмістом жирової

частини й до 9-10% - ної концентрації для дієтичних майонезів. У цей самий

бак також під дією вакуум - насоса подається 80 %-на оцтова кислота із дотриманням, передбаченою рецептурою. Концентрація оцтової кислоти в

даному речовині не повинна перебільшувати поріг у 7,09 % для висококалорійних майонезів і не більше 5 - 6 % для дієтичних.

За відсутності сольового баку, допускається можливість подачі сухої солі в бак для оцтово - сольового розчину, який обладнаний мішалкою, що перемішує оцтово - сольовий розчин до повного розчинення солі.

Оцтова кислота (80 %-на) передає майонезу неприємний гостро - кислий смак, тому для покращення смакових особливостей майонезу застосовують оцет із додаванням різноманітних ароматичних добавок.

Для того, щоб виключити можливість появи в майонезі не бажаного гіркої присмаку гірчичний порошок готують в такий спосіб. За 24 години до виробництва майонезу необхідна кількість гірчичного порошку переводиться в бак з нержавіючої сталі. Після цього порошок починають запарювати, а саме - заливають водою 80-100 °С у співвідношенні 1:2, добре перемішують до консистенції близької до однорідної й верхівку гірчиці згладжують. Після розгладжування на верхівку наливають шар води з температурою 100 °С висотою 3 - 6 см. Бак щільно закривають та залишають запарюватися протягом доби. Після запарювання залишки води із верхнього шару зливають.

1.2 Приготування майонезної пасти

Для того, щоб приготувати правильну пасту, необхідна правильна підготовка її складових емульгаторів, тобто результат їх повинен бути у вигляді однорідного колоїдного розчину з максимальною можливою дисперсністю, що зможе забезпечити ефективність емульгуючої дії.

Основними емульгаторами, що зможуть забезпечити необхідну стійкість для майонезної емульсії, є яєчний порошок і сухе молоко.

Процес виробництва майонезної пасти будується із процесу розчинення сухих компонентів і змішування їх до однорідного стану.

Процес розчинення сухих компонентів проводять у двох змішувачах: в

одному змішувачі змішують сухе молоко з гірчичним порошком (якщо він не був попередньо запарений), а в іншому - яєчний порошок. Дозволено розчиняти всі три компоненти в одному змішувачі, хоча це і не бажано – температурний процес обробки в них різні. При готуванні пасти в одному змішувачі продуктивність виробництва майонезу періодичним способом знижується, так як збільшується час приготування пасти.

При готуванні майонезної пасти у двох змішувачах процес розчинення компонентів починається із запарки гірчиці, якщо вона не була запарена окремо до початку приготування майонезної пасти. В один із змішувачів заливають воду 90-100 °С і засипають гірчицю. Відношення гірчичного порошку до води 1:2-2,5. Після цього приводять в дію мішалку й перемішують до одержання однорідної маси. Далі в гірчичну масу подають воду 35-40 °С, сухе молоко, харчову соду, цукровий пісок.

Співвідношення сухого молока й води для висококалорійних майонезів становить 1:3, для дієтичних майонезів – 1:4. Після завантаження включають мішалку й пускають у сорочку змішувача воду для нагрівання. Для кращого розчинення і пастеризації компонентів, суміш доводять до температури 90 - 95 °С і витримують при даній температурі 20 - 25 хв, після чого суміш охолоджують до 40 - 45 °С.

У випадку, якщо була проведена попередня запарка гірчиці, вона подається в змішувач разом з усіма іншими сухими компонентами до початку процесу пастеризації (також враховується і кількість води, що була внесена разом із гірчицею).

У другий змішувач подають яєчний порошок і воду 40°С у співвідношенні 1:1,4-2 для висококалорійних майонезів і в співвідношенні 1:2,5-2,8 для дієтичних майонезів. Включають мішалку, подають воду в сорочку, температуру доводять до 60-65°С и витримують при даній температурі 20 - 25 хв. Для покращення дисперсності періодично вмикають емульсатор на фазу "цикл" і змішувач. Після закінчення 20 - 25 хв розчин

охолоджують до 30 - 40°C.

Приготовлені розчини яєчного порошку й сухого молока змішуються з іншими компонентами в будь-якому співвідношенні з малих змішувачів методом перекачування розчину.

У випадку виготовлення майонезної пасти в одному змішувачі процес починається із запарювання гірчиці, якщо ця процедура попередньо не була виконана.

У головний змішувач для приготування пасти подається вода 90 - 100 °C и гірничий порошок у співвідношенні 2-2,5:1. Включаємо мішалку і все

ретельно перемішується до одержання гомогенної маси. У запарену гірчицю подається вода 35-40°C і сухе молоко в співвідношенні 3:1 для висококалорійних майонезів і 4:1 для дієтичних майонезів, бікарбонат натрію, цукор-пісок і кукурудзяний фосфатний крохмаль (при приготуванні салатних соусів). Вся суміш при ретельному перемішуванні витримується при температурі 90-95 °C протягом 20 - 25 хв.

Після розчинення й пастеризації суміш охолоджують до температури 40 - 45°C і в змішувач подають воду і яєчний порошок у співвідношенні 1,4-2:1 для висококалорійних майонезів і в співвідношенні 2,5-2,8:1 для дієтичних майонезів. Потім суміші доводять до температури 60-65°C і ретельно витримують протягом 20 - 25 хв. Для збільшення дисперсності розчин періодично (по 5 хвилин) пропускають через емульсатор на режимі "цикл" у змішувач. Приготовлена в такий спосіб майонезна паста охолоджується до 30 - 40°C і передається у великий змішувач для готування "грубої" майонезної емульсії.

Оскільки ефективність емульгуючої й стабілізуючої дії компонентів, що входять до складу пасти (гірничного порошку, яєчного порошку, сухого молока), залежить від їхньої робочої готовності, потрібно слідкувати за тим, щоб гірчиця була ретельно розтерта і не містила ненабряклих часток і грудочок. Це правило також стосується молока і яєчного порошку. При

їхньому змішуванні повинен бути досягнутий ретельний, взаємний розподіл. Це досягається їхнім змішуванням у змішувачі з водяною сорочкою, оснащеною мішалкою інтенсивного диспергування.

Готовність пасти визначається візуально на пробі, що відбирається в процесі змішання. Проба пасти, яка була взята на дерев'яну ложку, повинна бути зовсім однорідною. Час перемішування визначається готовністю пасти й, у свою чергу, залежить від підготовленості окремих компонентів до змішання.

Концентрація сухих речовин у майонезній пасті для високо жирних майонезів повинна бути не менш 37 - 38 %, а для дієтичних майонезів - не менше 32 - 34 %.

1.3 Приготування "грубої" майонезної емульсії

Готують майонезну емульсію (попереднє емульгування) у великих змішувачах, обладнаних моторами, що змішують, з невеликою частотою обертання мішалками рамного типу, або, що мають електропривід з регульованим числом обертів. Необхідною умовою мішалки буде забезпечування рівномірного перемішування у всіх шарах змішувача, без застійних зон.

Підготовлена в малих змішувачах паста передається у великий змішувач. Після перекачування пасти майонезу у великий змішувач у нього при безперервному перемішуванні подають рослинну олію 10-15 °С у кількості, необхідній по рецептурі. У перші 7 - 10 хв олію подають повільно 4-6 л /хв, а потім швидше 10-12 л/хв. Технологічно дозволено починати подачу олії за 3 - 7 хв до закінчення перекачування всієї майонезної пасти у великий змішувач. Для забезпечення рівномірного розподілу олію подають у великий змішувач через спеціальний розподільник (душ), що представляє собою дірчастий змійовик.

Після закінчення перекачування олії в змішувач починають

перекачувати раніше приготовлений оцето-сольовий розчин зі швидкістю 6 - 8 л/хв. Після перекачування починають додавати у суспензію розчинні спенні, а нерозчинні смакові і ароматичні добавки будуть подавлені після процесу гомогенізації. Після подавання розчину солі й оцту проводять перемішування протягом 1 - 7 хв.

Порядок введення в пасту олії та оцтово - сольового розчину повинні строго дотримуватися. Це зумовлено тим, що одноразове або швидке їхнє введення може призвести до перешкоджання процесу отримання емульсії, а на окремих стадіях емульгування - до обігу фаз.

Отримана в змішувачі майонезна емульсія повинна відповідати встановленому типу речовини із властивостями "олія у воді", бути міцною і не розшаровуватися між собою до пропуску через гомогенізатор. При проходженні візуальної перевірки така емульсія має однорідний вигляд і не розшаровується у відібраній пробі при слабкому перемішуванні.

1.4 Гомогенізація емульсії майонезу

Останнім етапом до отримання товарного майонезу є процес гомогенізації, що відбувається за допомогою першневих гомогенізаторів.

Гомогенізація емульсії майонезу обов'язково проводиться із ретельним дотриманням тиску. Величина тиску у гомогенізаторі встановлюється за допомогою регулювання зазору в гомогенізуючій голівці.

При подачі емульсії в гомогенізатор встановлюють оптимальний тиск, щоб забезпечувати одержування майонезу необхідної консистенції.

Для висококалорійних майонезів оптимальний тиск встановлюють у межах 0,90 - 1,1 МПа, для дієтичних майонезів 15,0 - 17,5 МПа.

У великому змішувачі емульсію необхідно постійно перемішувати на малих оборотах, тому що інтенсивне перемішування може розшарувати емульсію, а тривалий час без перемішування може призвести до обігу фаз.

Після встановлення необхідного тиску готовий майонез із

гомогенізатора подають в ємність для подальшого дозування.

Відступ від оптимального тиску для конкретної концентрації емульсії приводить до руйнування: у випадку перевищення тиску руйнуються адсорбційні плівки, що призводить до коалесценції олійної й водної фаз; у випадку заниження тиску не досягається тонке диспергування, а отже, виключається можливість одержання тонко-диспергованої і стійкої емульсії.

При експлуатації поршневих гомогенізаторів необхідно виключити можливість попадання надлишкового повітря під клапанами, що порушує їхню роботу а, отже і роботу гомогенізатора в цілому.

Оцтовокислі екстракти прянощів вносять вручну одночасно з оцтовокислим розчином у вигляді масляних розчинів, приготовлених у співвідношенні 1:50 або 1:100.

Для процесу виробництва майонезу технологічна схема зображена на рис. 1.1.

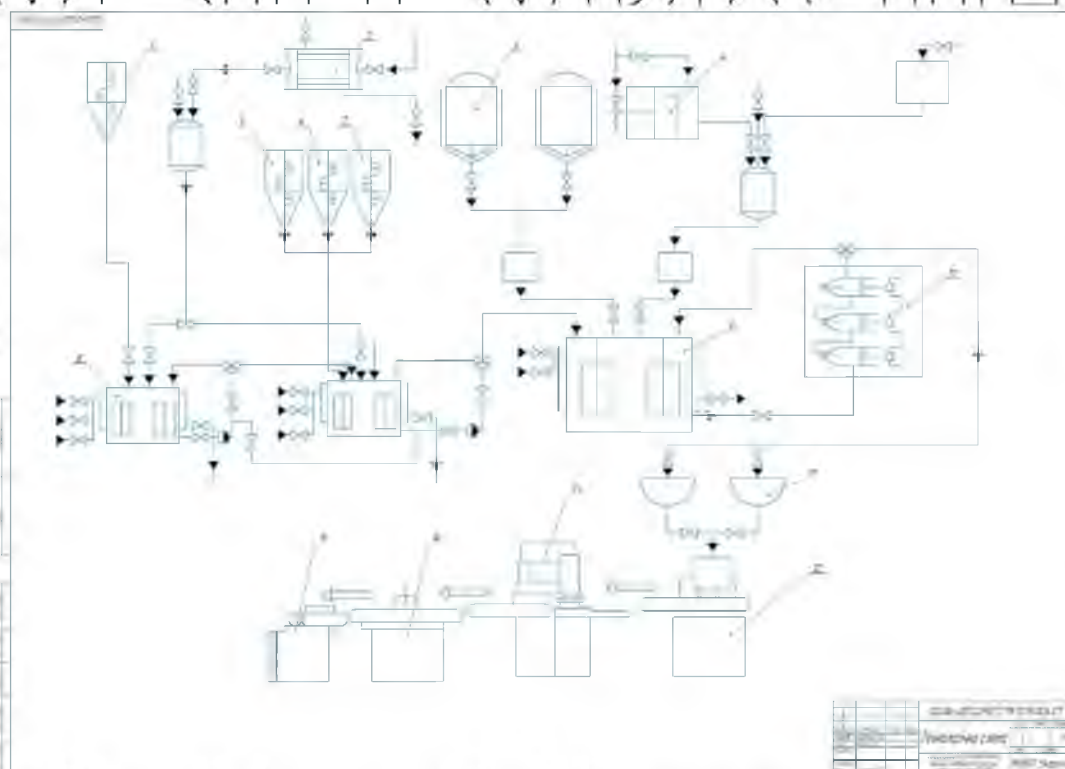


Рис. 1.1 Технологічна схема

Цифрами позначено:

1. Бункер з гірчинним порошком
2. Пластичний теплообмінник

3. Чани з олією

4. Резервуар з водою

5. Бункер з сухим молоком

6. Бункер з яєчним порошком

7. Бункер з цукром

8. Змішувачі малі

9. Змішувач великий

10. Гомогенізатор

11. Дозаторні бункери

12. Розливний апарат

13. Закаточний станок

14. Пакувальний станок

Автоматизація процесу виготовлення майонезу буде проведена у великому теплообмінному змішувачі, що на технологічній схемі позначена під цифрою 9 [12].

Функціональна схема автоматизації позначена на рис. 1.2.

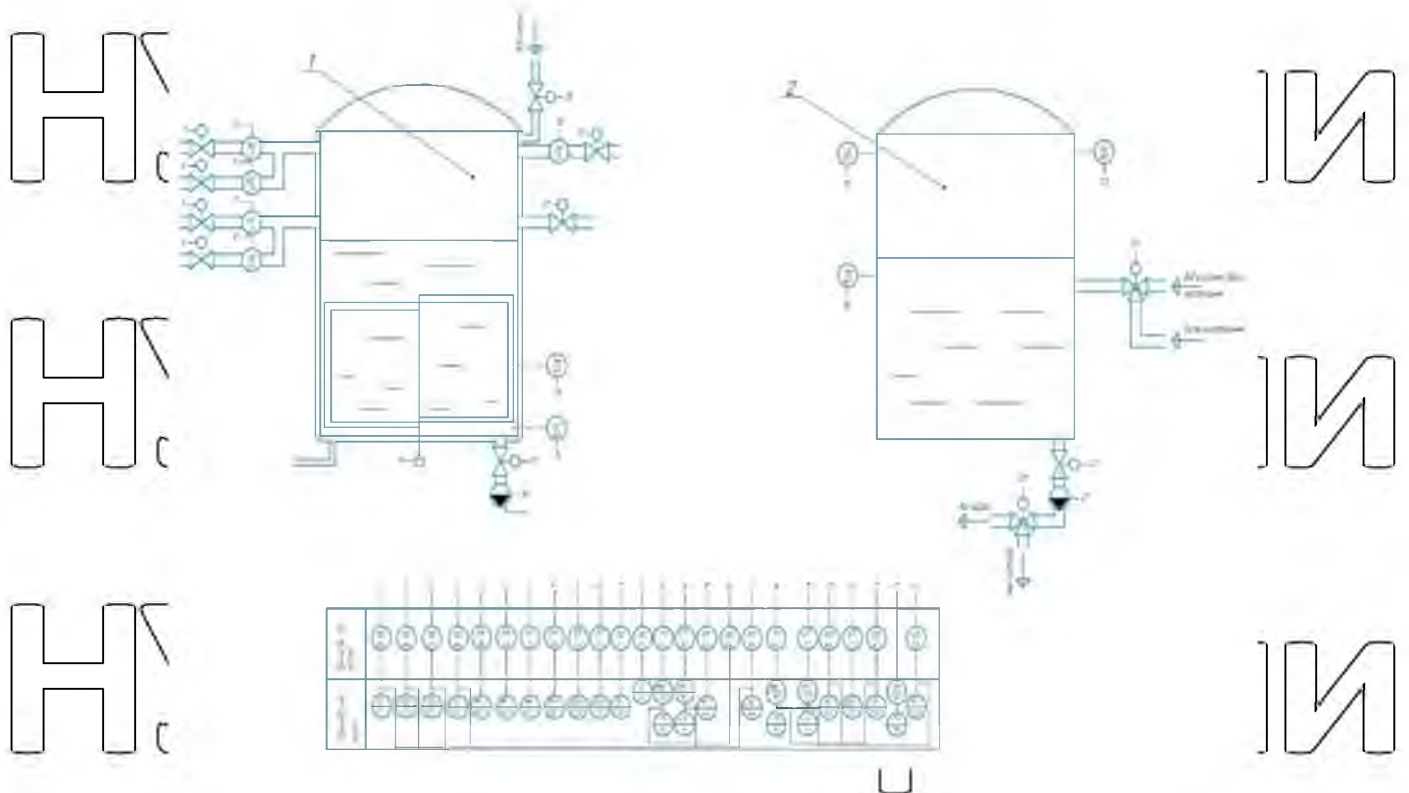


Рис. 1.2 Функціональна схема автоматизації теплообмінного змішувача

Під номером 1 знаходиться чан для приготування майонезної пасти, а під номером 2 зображено нагрівальний чан.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Розділ 2

Вибір технічних засобів автоматизації

2.1 Контур регулювання температури

Для вимірювання температури я вибрав термометр опору мідний ТСМ 50W. Термометри опору – це пристрої, що призначені для вимірювання температури у різних середовищах за рахунок зміни їхнього опору. Ці прилади вже давно зарекомендували себе як надійні, а також їх перевагою є дешевизна. Даний прилад зображений на рис. 2.1.



Рис. 2.1 Мідний термометр опору

Усі необхідні характеристики датчика записано у таблиці 2.1.

Табл. 2.1

Характеристика	ДТСКХ4		
Номинальна статична характеристика (НСХ)	50M, 100M	50PL, 100PL	P110C, P1500, P11000
Діапазон температур, що вимірюються			
• клас допуску А	-50...+100°C	-100...+250°C	
• клас допуску В та С	-50...+150°C	-150...+250°C	-60...+350°C
Умовний тиск	0,1...0,3 МПа (залежно від конструктивного виконання)		
Показник теплової інерції	не більше 10...30 с		
Опір ізоляції	не менше 100 МОм		
Кількість чутливих елементів	1 або 2		
Схема внутрішніх з'єднань провідників	2 – дводротова 3 – тридротова 4 – чотиридротова		
Виконання сенсора відносно корпусу	ізолюваний		
Довжина кабельного виводу	0,2 м – стандарт до 20 м – за замовленням		
Тип нарізного штуцера	зварюваний, трубний різь		
Матеріал заготовки арматури	сталь 12Х2СН10Т 141700		
Ступінь захисту	IP54 (IP67 – за замовленням) IEC 60529, IEC 60721		

Для майбутнього моделювання і налаштування нашої системи, необхідно знайти передатну функцію датчика температури. Передатна характеристика є схожою із інтегральною ланкою і має наступний вигляд:

$$W_{\text{ТВП}} = K_{\text{ТВП}} / T_{\text{ТВП}} \quad (2.1)$$

Температурний коефіцієнт опору для мідних термометрів становить:

$$\alpha_{\text{м}} = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ [1/}^\circ\text{C]};$$

$$K_{\text{ТВП}} = R_0 \cdot \alpha = 100 \cdot 4,26 \cdot 10^{-3} = 0,426;$$

$$T_{\text{ТВП}} = 12 \text{ с};$$

Підставивши усі елементи, отримуємо передатну функцію нашого датчика температури.

$$W(p) = \frac{0,426}{12s+1} \quad (2.2)$$

2.2 Контур регулювання рівня

Датчиком по каналу регулювання рівня наповнення змішувача для приготування майнезу, я обрав рівнемір гідростатичного типу

VEGABAR 53, адже через особливості приготування майнезної пасті,

інші типи рівнемірів можуть мати хибні данні.



Рис. 2.2 Гідростатичний рівнемір VEGASWING 53

Перетворювач тиску VEGABAR 53 має широкий діапазон застосування і використовується як для вимірювання рідин, так і для газоподібних речовин. Даний датчик перетворювача тиску буде хорошим вибором із дотриманням високої точності, яку даний датчик забезпечує.

Технічні данні рівнеміра зображені в табл. 2.2

Табл. 2.2

Застосування	сигналізація рівня рідин
Матеріал	нерж. сталь 316L, Hastelloy C4, емальована сталь, ECTFE, PFA
Приєднання:	різьба від G $\frac{1}{4}$ A, фланці від DN25 або гігієнічне
Робоча температура	-50...+200 °C
Робочий тиск	-1...+16 бар (-100...+1600 кПа) п'єзорезистивний чутливий елемент +25...+1000 бар (2500... 100000 кПа) тензометричний чутливий елемент

2.3 Контур регулювання витрати

Для контролю витрати різних рідин я використовую ультразвуковий витратомір - лічильник ВЗЛЕТ МР. Ультразвуковий витратомір застосовується для вимірювання витрати, а так само обсягу потоків різних рідин (гарячої, холодної, стічних вод, кислот, лугів, харчових продуктів і т.д.) в одному або декількох (залежить від виконання) трубопроводах які перебувають під тиском при різних умовах експлуатації. Основними перевагами цього витратоміра-лічильника є як можливість контролювати і вимірювати зразу декілька витрат, так і відносно велика варіативність виводу цих значень, а саме [12].:

- на рідкокристалічний індикатор;
- у вигляді нормованого струмового сигналу (за замовленням);
- у вигляді імпульсів з нормованим вагою або логічних сигналів;
- по послідовному інтерфейсу RS-232/RS-485;
- по інтерфейсу Ethernet (за замовленням).

Ультразвуковий витратомір ВЗЛЕТ МР зображений на рис.4.3



Рис. 2.3 Ультразвуковий витратомір ВЗЛЕТ МР

Основні характеристики рівнеміра наведені в табл. 2.3

Табл.2.3

Найменування параметра	Значення параметра
Діаметр умовного проходу, мм	від 10 до 5000
Швидкість потоку, м/с	от 0,1 до 20
Діапазон температури рідини, °С	від - 30 до +160

Температура середовища для перетворювача (ВП), °С	навколишнього вторинного	от 0 до 50
Тиск в трубопроводі для перетворювачів електроакустичних (ПЕА), МПа	врізних	не більше 2,5
Ступінь захисту ВП/ПЕА		IP54/IP68
Глибина архівів вимірювальної інформації, записів:		
-годинного		1440
-добового		60
-місячного		48
-інтервального дозування		14400 512
Напруга живлення витратоміра, В		24
Споживана потужність, ВА		не більше 12
Середній час відмову, г	час напрацювання на	75000
Маса ВП, кг		не більше 3
Габаритні розміри ВП, мм		250 × 132 × 90

2.4 Вибір виконавчого механізму

Для приведення у дію регулюючого органу був обраний виконавчий пристрій типу МЭО-40/10-0,25 Р-99К. Даний пристрій був обраний через експлуатаційну простоту, дешевизну і надійність.



Рис. 2.4 Виконавчий механізм типу МЕО

Характеристика даного приладу відображені у табл. 2.4.

Табл. 2.4

Найменування параметру	значення
Номінальний крутний момент на вихідному валу, Н м	40
Номінальний час повного ходу вихідного валу, з	10
Номінальне значення повного ходу вихідного валу, об	0.25
Споживана потужність, В А	110
маса, кг	8
Напруга живлення, В	380
Частота харчування, Гц	50
Ступінь захисту	0
Блок сигналізації положення	реостатний
Режим роботи механізму - S4	частота включень до 630 в годину при повторному включенні до 5%
Максимальна частота включення	до 1200 в годину при повторному включенні до 5%

Як і у випадку датчика температури, для майбутнього налагодження системи, необхідно знайти передатну функцію, яка має вигляд

$$W(p) = \frac{k}{s+1} \quad (2.3)$$

Коефіцієнт передачі даного пристрою знаходиться наступним чином:

$$k = \frac{\Delta\varphi}{t} \quad (2.4)$$

$\Delta\varphi$ – кут повороту вихідного валу;

t – номінальний час повного ходу вихідного валу.

Підставивши данні, отримані із технічних характеристик пристрою у табл. 2.4 знаходимо коефіцієнт передачі:

$$k = \frac{120}{10} = 12 \frac{\text{град.}}{\text{сек.}} \quad (2.5)$$

Підставивши коефіцієнт, отримуємо наступну передатну функцію:

$$W(p) = \frac{12}{s+1} \quad (2.6)$$

2.5 Вибір електродвигунів і насосів

Серед різних електричних приводів що приводитиме у рух рамкову мішалку для змішування компонентів що використовуються у процесі виробництва майонезної пасти, я обрав електричний привід серії АІР 160S4 – трьох фазний, асинхронний, привід змінного струму, має широкий спосіб використання. Даний пристрій призначений для роботи від мережі змінного струму із частотою 50 Гц і напругою живлення 380 В.

У електродвигуна АІР 160 S4 номінальна швидкість обертання 1500 обертів за хвилину.

Технічні характеристики електричного приводу:

- Висота валу: 160 мм;
- діаметр валу: 48 мм;
- потужність електричного приводу : 15.0 кВт;

- Сила струму: 30 А.

- Ступінь захисту: IP 54.

Для перекачування готової майонезної пасти а також води для охолодження я обрав Estampinox EFL. Даний відцентровий моноблочний насос складається із корпусу, що виготовлений із листа нержавіючої сталі

методом холодного штампування, робочого колеса відкритого типу,

виготовленого з нержавіючої сталі методом холодного штампування або мікролітів (в залежності від моделі насоса), торцевого ущільнення, кришки і осі [12].

Матеріали:

- Деталі з нерж.сталі, що контактують з продуктом AISI 316L (1.4404)
- Інші деталі з нерж.сталі AISI 304 (1.4301)
- Прокладки, що контактують з продуктом EPDM

- Торцеве ущільнення:

- Обертова частина – Сег

- Стационарна частина – С

- Максимальні умови експлуатації:

- Максимальний тиск - 6 бар

- Температура -10°C до +90 °C

- Продуктивність - 65 м³/h

- Максимальний диференц. напору - 42 м

- Максимальна швидкість - 3000 об/мин

2.6 Вибір запірної арматури

Запірна арматура – це технічні засоби, що слугують для регулювання витрати потоків газоподібних речовин, рідин, чи інших речовин, що використовуються у технологічному процесі.

Необхідні параметри для вибору регулюючого органу:

$$\gamma = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \text{ – об'ємна маса води;}$$

$$\nu = 0,3 \text{ – в'язкість;}$$

$$Q_{\max} = 0,6 \text{ м}^3/\text{год}, \text{ – максимальна витрата води;}$$

$$Q_{\min} = 0,12 \text{ м}^3/\text{год} \text{ – мінімальна витрата води;}$$

$$P_1 = 5 \text{ кг/см}^2, P_c = 3 \text{ кг/см}^2, P_{\max} = 1 \text{ кг/см}^2 \text{ – перепади тисків.}$$

Обчислюємо максимальну пропускну здатність регулюючого органу за формулою [12].:

$$K_y = Q_{\max} * \sqrt{\frac{\gamma}{P_c - P_{\max}}} = 0,424 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \quad (2.7)$$

Регулюючий орган вибирають за наступної умови:

$$K_y > 1,2 \cdot K_{\max};$$

$$K_y > 1,2 \cdot K_{\max} = 1,2 \cdot 0,424 = 0,508 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \quad (2.8)$$

Знаходимо робочу ділянку витратної характеристики вибраного регулюючого органу за формулою (2.9) [12].:

$$K_d = Q_{\max} * \sqrt{\frac{\gamma}{P_{\max}}} = 0,6 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \quad (2.9)$$

Визначаємо відношення перепаду тиску на регулюючий орган при максимальній витраті до перепаду тиску в лінії за формулою (2.10) [12].:

$$n = \frac{K_y}{K_d}$$

$$n = \frac{0.424}{0.6} \cdot 0.706 \quad (2.10)$$

Уточнюємо перепад тиску на виконавчому пристрої за формулою [12].:

$$\Delta P_{ВП} = \frac{P_c}{1 + n^2};$$

$$\Delta P_{ВП} = \frac{3}{1 + 0.706^2} = 2 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \quad (2.11)$$

Визначаємо витрату рідини через виконавчий пристрій в разі перепаду тиску на ньому за формулою [12].:

$$Q_{ВП} = K_{УРО} \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_{ВП}}{\gamma}} \quad (2.11)$$

$$Q_{ВП} = 0.424 \cdot \sqrt{\frac{2}{1} \cdot \frac{\text{М}^{\text{В}}}{\text{ГОД}}}$$

Знаходимо відносну максимальну та мінімальну витрату рідини за формулами (2.12) та (2.13) [12].:

$$\mu_{max} = \frac{Q_{max}}{Q_{ВП}} = \frac{0.6}{0.6} = 1 \quad (2.12)$$

$$\mu_{min} = \frac{Q_{min}}{Q_{ВП}} = \frac{0.12}{0.6} = 0,2 \quad (2.13)$$

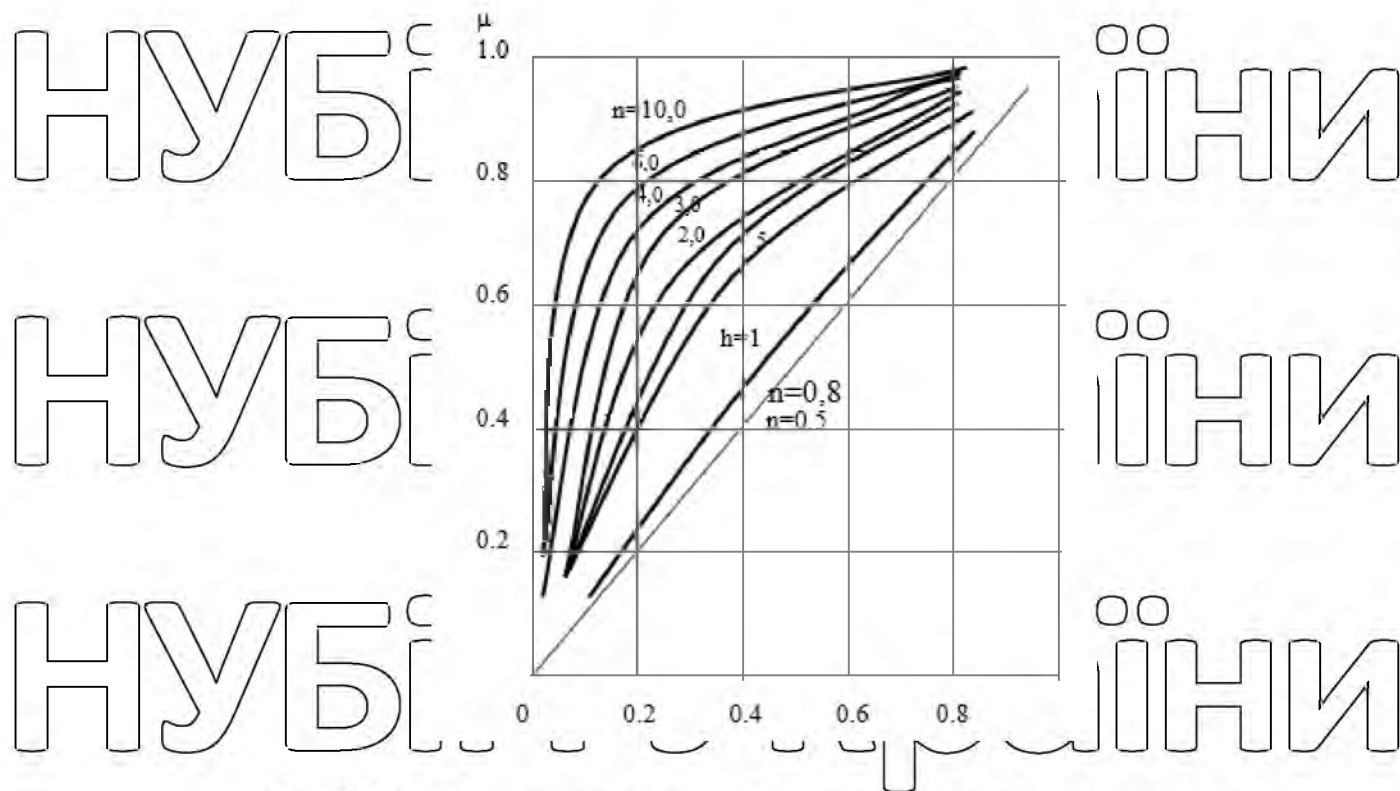


Рис.2.5. Робочі характеристики для регулювальних клапанів

За результатом даного графіку обираємо витратну характеристику шуканого виконавчого механізму, із узгодженням ходу затвору регулюючого органу[12].:

$$l_{\min}=0.18 \quad l_{\max}=0.8$$

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

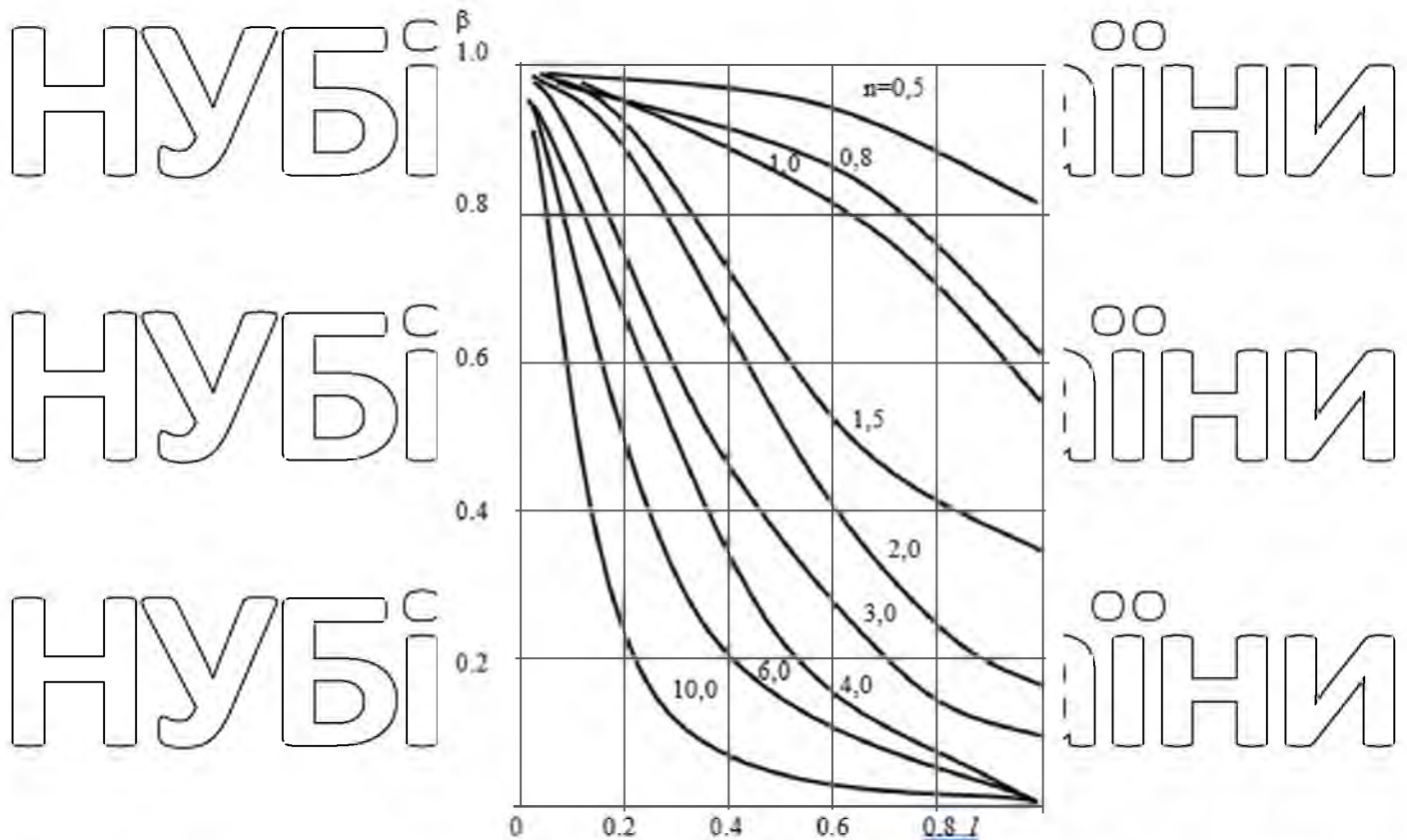


Рис.2.6. Зміни перепадів тисків на ВМ для регулювальних клапанів

При цьому відношення перепаду тиску на регулюючий орган до перепаду тиску в системі змінюється від $\beta_{max} = 0,95$ до $\beta_{min} = 0,75$, що відповідає наступним перепадам (2.13) і (2.14) [12].:

$$\beta_{min} = \frac{\Delta P_{min}}{\Delta P_c} \quad (2.14)$$

$$\beta_{max} = \frac{\Delta P_{max}}{\Delta P_c} \quad (2.15)$$

Знаходимо значення перепаду тиску:

$$\Delta P_{min} = \beta_{min} * \Delta P_c = 2,25 \frac{K_{гс}}{cm^2} \quad (2.16)$$

$$\Delta P_{max} = \beta_{max} * \Delta P_c = 2,85 \frac{K_{гс}}{cm^2} \quad (2.17)$$

За допомогою довідникових даних вибираємо регулювальний клапан з діаметром $D_v = 15$ мм і пропускною здатністю $K_{гс} = 4,0$ м³/год [12].

На основі даних розрахунків був обраний даний регулювальний орган – сідельний клапан VFS2.



Рис. 2.7 Сідельний регулювальний клапан VFS2

Характеристики даного технічного апарату були представлені

у табл. 2.5

Табл. 2.5

Номінальний діаметр	DN	15				20	25	32	40	50	65	80	100		
Пропускна здатність клапану, k_v	m^3/h	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3	10	16	25	40	63	100	145
Хід штоку	мм	10								15	20	30			
Відносний діапазон регулювання		30:1		50:1				100:1							
Витратна характеристика		логіарифмічна													
Фактор кавітації Z		> 0,4													
Протікання (згідно стандарту IEC534)		не більше 0,05% від k_v													
Номінальний тиск PN	бар	25													
Регульована середа		Водяна пара, підготовлена вода або водний розчин гліколю (до 50%)													
pH регульованої середи		7 ... 10													
Температура регульованої середи	°C	(-10) 2" ... 200													
З'єднання		Фланці згідно стандарту ISO 7005-2													
Матеріали															
Корпус та кришка		Високоміцний чавун EN-GJS-400-18-LT (GGG40.3)									EN-GJS-400-15 (GGG 40)				
Сідло, конус (золотник) та шток		Нержавіюча сталь													
Ущільнення		Кільця з PTFE (замінювані)													

2.7 Вибір частотного перетворювача

Частотний перетворювач слугує для плавного пуску електродвигунів а також обмеження числа обертів. У якості частотного перетворювача я

обрав TAY-3C15 через його відносно дешевизну у порівнянні із іншими подібними пристроями.



Рис. 2.8 Частотний перетворювач MEDEL TAY-3C15

Технічні характеристики даного пристрою наведені у табл. 2.6

Табл. 2.6

Номинальна потужність	15 кВт
Методи управління	Векторне управління або вольт/частотне управління
Контролер	ЦД контролер
Захист	Можливо встановити захист від перевантаження, низької напруги і короткого замикання.
Діапазон напруги	220В; 170-240В; 380В; 330-440В

2.8 Вибір датчика тиску

Датчик тиску у нагрівальному чані слугує для аварійної сигналізації і контролю тиску під час нагрівання води. У якості первинного вимірювального перетворювача тиску я обрав ЕКМ-1У.



Рис 2.9 Манометр електроконтактний 1У

Дані манометри виготовляються із замикаючими та розмикаючими контактами сигнального пристрою. При досяганні у даного манометра верхнього і нижнього рівня, він посилає відповідний сигнал, що дозволяє без проблем проводити сигналізацію тиску у баку.

2.9 Вибір програмованого логічного контролера

Програмований логічний контролер (ПЛК) – це технічний пристрій, що був створений для безперервного автоматизованого керування процесом виробництва.

На мою думку найкращим вибором для даного процесу буде програмований логічний контролер фірми ОВЕН серії 200.



Рис. 2.10 ПЛК Овен 200

Технічні характеристики Овен 200 наведені на рис. 2.11.

Параметр	Значення
Живлення	
Напруга живлення	від 10 до 48 В (номінальна 24 В)
Споживана потужність, не більше	
- модифікація 01	13 Вт
- модифікація 02	12 Вт
- модифікація 03	10 Вт
- модифікація 04	10 Вт
Захист від переполюсування	Є
Обчислювальні ресурси	
Центральний процесор	RISC-процесор Texas Instruments Sitara AM3358. 800 МГц
Обсяг флеш-пам'яті (тип пам'яті)	512 Мбайт (NAND) доступно для зберігання файлів і архівів
Обсяг оперативної пам'яті (тип пам'яті)	256 Мбайт (DDR3)
Обсяг Retain-пам'яті (тип пам'яті)	64 Кбайт (MRAM)
Час виконання порожнього циклу (стабілізований)	3 мс

Рис. 2.11 Технічні характеристики ОВЕН 200

Також перевагою цього пристрою, є наявність Ethernet порту, що дозволяє впровадити систему дистанційного моніторингу і вдома.

Інтерфейси зв'язку відображені на рис. 2.12

Інтерфейси зв'язку

Ethernet 100 Base-T	
Кількість портів	2 x Ethernet 10/100 Mbit / c (RJ45)
Підтримувані промислові протоколи*	<ul style="list-style-type: none"> • Modbus TCP (Master / Slave) • OPC UA (Server) • MQTT
Підтримувані прикладні протоколи**	<ul style="list-style-type: none"> • NTP • FTP • SSH • HTTP • HTTPS
RS-485	
Кількість портів	1
Підтримувані протоколи*	Modbus RTU (Master / Slave); Modbus ASCII (Master / Slave); OBEH (Master)
Швидкість передачі	1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 bit/s
Підтримувані резистори	С
USB Device	
Кількість портів	1 x micro USB (RNDIS)

Рис. 2.12 Інтерфейси OBEH 200

Розділ 3

3.1 Побудова та дослідження математичної моделі об'єкта керування

Математичне моделювання – це метод дослідження процесів і явищ, за допомогою побудови їх математичних моделей і їх подальшим аналізом, і часто із використанням обчислювальної техніки.

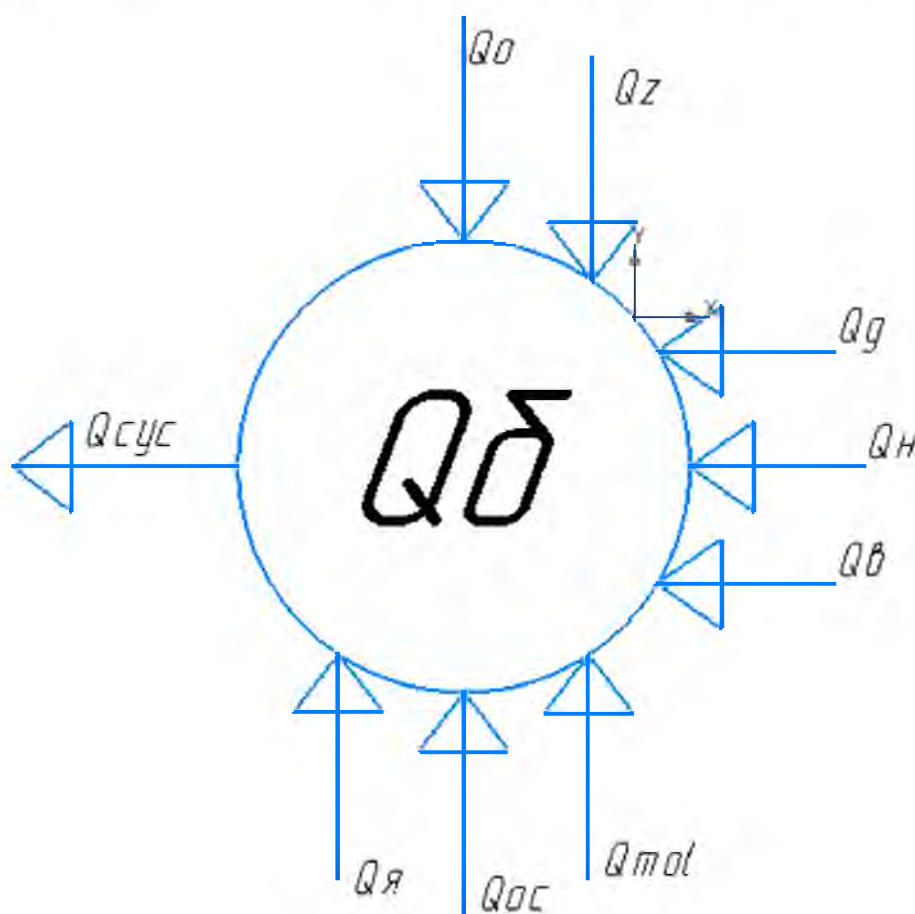


Рис. 3.1 Схема теплових потоків при нагріванні майфезу

Q_o – кількість теплоти олії;

Q_g – кількість теплоти гірчичного порошку;

Q_z – кількість теплоти цукру;

Q_{oc} – кількість теплоти очитового розчину;

$Q_{я}$ – кількість теплоти ясного порошку;

Q_{mol} – кількість теплоти молока,

$Q_{в}$ – кількість теплоти води.

3.2 Загальні відомості про об'єкт регулювання

Теплообмінна установка для приготування майонезу має об'єм камери 3 м^3 , об'єм майонезу в цій камері 1 м^3 , швидкість обертання рамкової мішалки 1500 об/хв, висота резервуару – 1.7м, поверхня теплопередачі – 7.82 м^2 [12].

Температура води, що використовується для нагрівання – 90°C , температура всіх компонентів для приготування майонезу – 15°C , кількість води, що циркулює в системі – 300л, продуктивність насоса – 8000л/год [12].

Теплоємність води – $4183\text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$, густина води – 997 кг/м^3 , теплоємність майонезу – $3814\text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$, густина майонезу – 933 кг/м^3 [12].

Проведемо наступні розрахунки для одержання імітаційної схеми. Кожен із даних невідомих знаходимо по аналогії за наступними рівнянням:

$$Q_0 = G_0 * C_0 * t_0$$

G_0 – масова частка речовини;

C_0 – теплоємність речовини;

t_0 – початкова температура;

Остаточне рівняння буде мати вигляд.

$$\frac{dt_c}{dt} = \frac{Q_6 + Q_H * (t_0 - t_n) - Q_c}{V_c * \rho_c * C_c} \quad (3.1)$$

НУБІП України

Де V_c – об'єм суспензії в бані;

ρ_c – густина суспензії;

C_c – теплоємність суспензії.

Перед початком моделювання необхідно знайти шукані величини, що

будуть необхідними для нас під час самого моделювання.

Об'єм майонезу в камері, кг	$V_m := 1000$	
Об'єм гірчиці в майонезі, кг	$V_g := V_m \cdot 0.0075 = 7.5$	
Об'єм яєчного порошку в майонезі, кг	$V_{ya} := V_m \cdot 0.05 = 50$	
Об'єм молока в майонезі, кг	$V_{mol} := V_m \cdot 0.016 = 16$	
Об'єм води в майонезі, кг	$V_v := (V_m \cdot 0.2375) - 0.997 = 236.787$	
Об'єм оцетового розчину в майонезі, кг	$V_{oc} := (V_m \cdot 0.0155) - 1.07 = 16.585$	
Об'єм олії в майонезі, кг	$V_o := (V_m \cdot 0.654) - 0.920 = 601.68$	
Об'єм цукру в майонезі, кг	$V_z := V_m \cdot 0.015 = 15$	
Теплоємність гірчиці	$C_g := 1940$	
Теплоємність яєчного порошку	$C_{ya} := 1730$	
Теплоємність молока	$C_{mol} := 1830$	
Теплоємність води	$C_v := 4183$	
Теплоємність оцетового розчину	$C_{oc} := 2480$	
Теплоємність олії	$C_o := 1775$	
Теплоємність цукру	$C_z := 450$	
Густина гірничного порошку	$\rho_g := 1241$	
Густина яєчного порошку	$\rho_{ya} := 1.190$	
Густина молока	$\rho_{mol} := 1.027$	
Густина води	$\rho_v := 0.997$	
Густина оцетового розчину	$\rho_{oc} := 1.070$	

НУБІП України

НУБІП України

H Теплоємність олії
 H Теплоємність цукру
 H Густина гірничного порошку
 H Густина яєчного порошку
 H Густина молока
 H Густина води

$C_o := 1775$
 $C_z := 450$
 $\rho_g := 1.241$
 $\rho_{ya} := 1.190$
 $\rho_{mol} := 1.027$
 $\rho_v := 0.997$
 $\rho_{oc} := 1.070$
 $\rho_o := 0.920$
 $\rho_z := 0.850$

раїни

H Густина оцитового розчину
 H Густина олії
 H Густина цукру

Розрахунок

$$G_o := V_o \cdot \rho_o = 553.546$$

$$G_g := V_g \cdot \rho_g = 9.308$$

$$G_{ya} := V_{ya} \cdot \rho_{ya} = 59.5$$

$$G_{mol} := V_{mol} \cdot \rho_{mol} = 16.432$$

$$G_v := V_v \cdot \rho_v = 236.077$$

$$G_{oc} := V_{oc} \cdot \rho_{oc} = 17.746$$

$$G_z := V_z \cdot \rho_z = 12.75$$

раїни

H

раїни

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Рис. 3.2 Розрахунки в середовищі MathCad

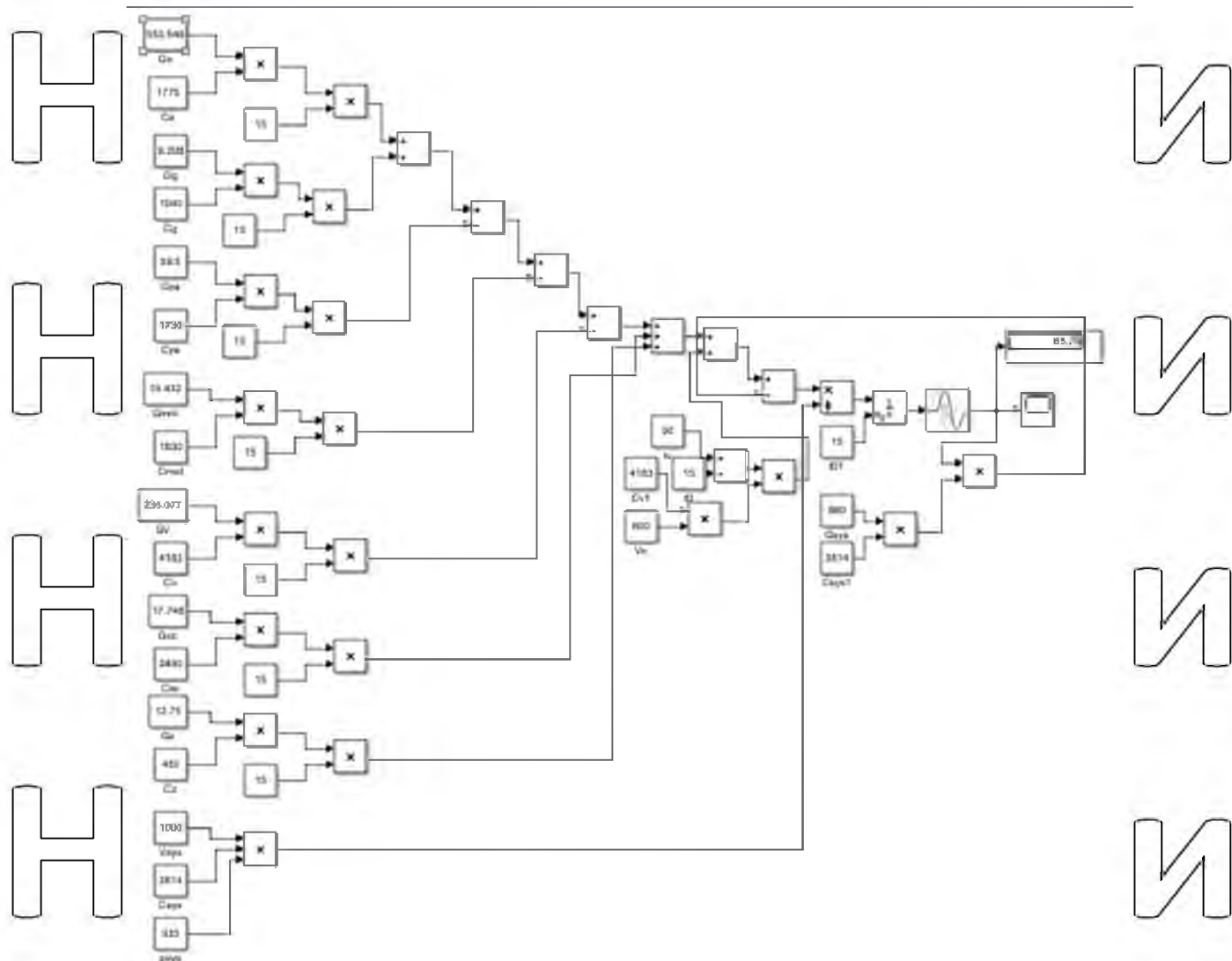


Рис.3.3 Імітаційна модель

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

3.3 Дослідження впливу збурень на імітаційній моделі ОК

На даній імітаційній схемі було досліджено процес нагрівання майонезної суспензії у теплообмінному змішувачі. За результатами дослідження, необхідно 600 літрів води 90 градусів, щоб нагріти майонезну суспензію із об'ємом 1 м³.

Транспортним запізненням виступає час наповнення системою води для подальшого нагрівання.

За результатами дослідження ми отримали наступну перехідну характеристику.

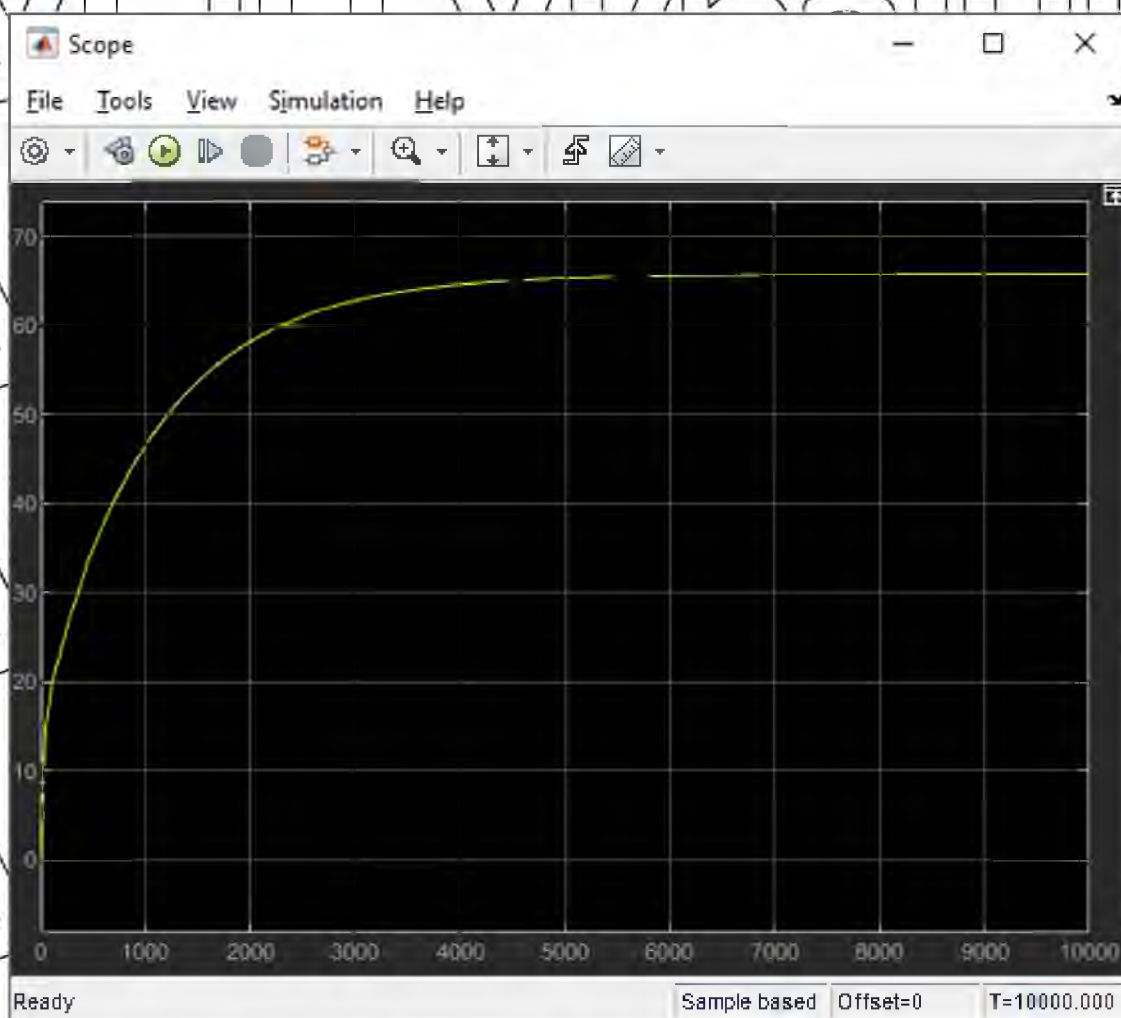


Рис 3.4 Отриманий перехідний процес

Далі знаходимо передатну функцію системи по результатам перехідного процесу.

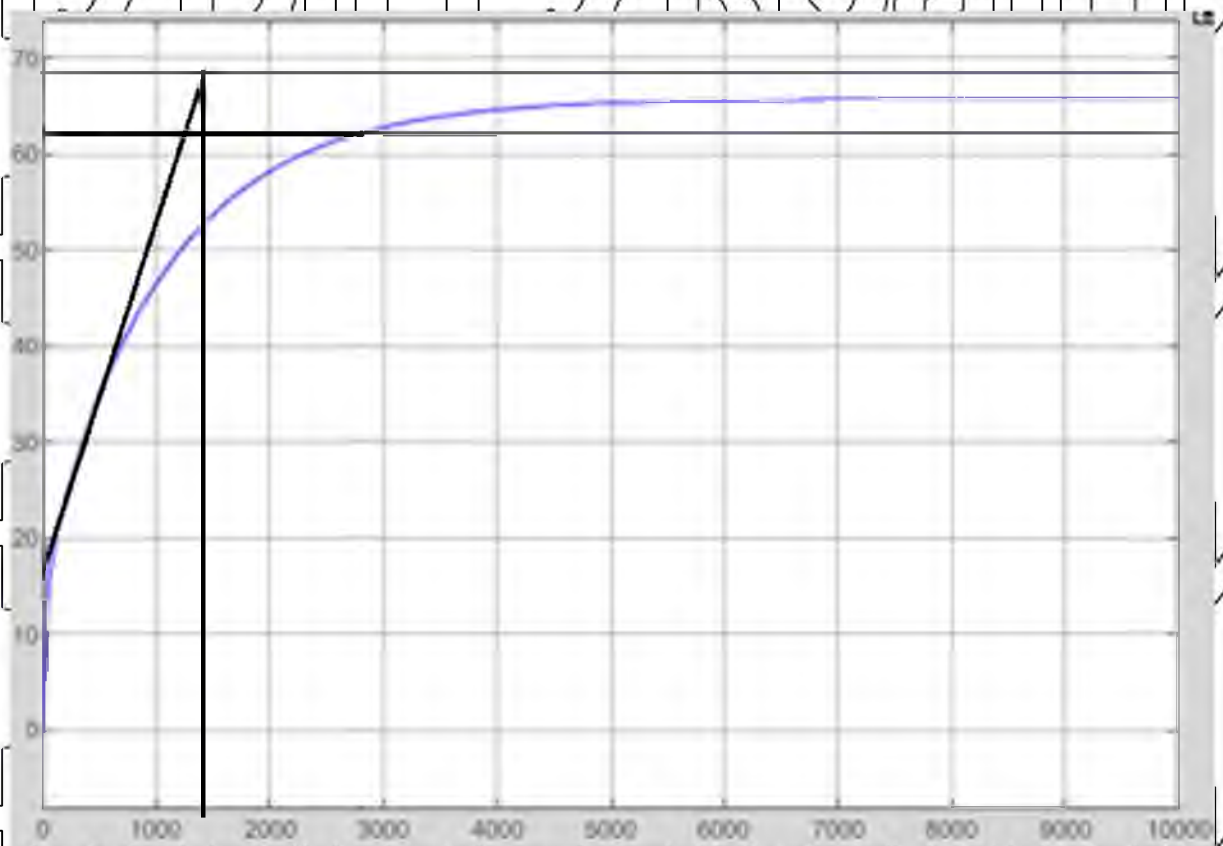


Рис.3.5 Графічний метод визначення передатної функції

Коефіцієнт передачі об'єкта керування визначаємо за виразом

$$k_{OY} = \frac{\theta_K - \theta_{II}}{\Delta x} \quad (3.2)$$

де θ_K та θ_{II} – відповідно кінцеве та початкове значення температури майонезу, °С;

Δx – зміна вхідного впливу, %.

$$\theta_K = 65^\circ\text{C}, \theta_{II} = 15^\circ\text{C}, \Delta x = 20\%$$

$$k_{OY} = \frac{65 - 15}{20} = 2.5 \left[\frac{^\circ\text{C}}{\% \text{ змін пер. об'є.}} \right] \quad (3.3)$$

Значення постійної часу та часу чистого запізнення, визначені з нормованої розгінної характеристики, складають

$$\tau_{OY} = 1300 \text{ c}, \tau_{OZ} = 15 \text{ c}$$

Передатна функція теплообмінника – змішувача для виготовлення майонезної емульсії по каналу регулювання температури

$$W(p) = \frac{2.5 * e^{-15 * p}}{1300 * p + 1} \quad (3.4)$$

3.4 Створення адаптивної системи керування

Адаптивна система – це система із можливістю пристосування до зовнішніх або внутрішніх факторів, і здатна дотримуватися відповідних показників якості. Поряд з поняттям «адаптивної системи» існує поняття

«управління адаптацією» (адаптивне управління), тобто управління в системі з неповною апіорною інформацією про керований процес, яке змінюється в міру накопичення інформації і застосовується з метою поліпшення якості роботи системи. Необхідно знайти алгоритм управління (адаптивний регулятор), що забезпечує досягнення мети за кінцевий час для будь-якого об'єкта та умов його функціонування, що належать заданому класу [23].

Адаптивні системи функціонують відповідно до визначених принципів.

1. Принцип необхідної різноманітності. Він стверджує, що різноманітність керуючої системи має бути не менше різноманітності об'єкта управління.

На відміну від адаптивних, інші ("неадаптивні") системи управління мають для підтримки здатності управління об'єктом включати невелике число об'єктів. Адаптивні системи розуміють відсутність певного стаціонарного закону управління для елементів заданого класу. В процесі функціонування системи, чим більше проявляється її розмаїтість, тим більшою мірою повинні відбуватися зміна її параметрів і структури [23].

2. Принцип дуального управління. Керуючі впливи носять двоїстий характер. З одного боку, вони покликані управляти об'єктом, з іншого служать для вивчення її властивостей і закономірностей для наступних

управляючих впливів. Тобто, структура управляючих впливів повинна змінюватися відповідно до змін параметрів системи об'єкта управління [23].

3. Принцип зворотного зв'язку. При застосуванні зворотнього зв'язку відбувається відбір інформації із датчиків і формування наступного керуючого впливу [23].

Адаптивність структури управління визначається її здатністю ефективно виконувати задані функції в певному діапазоні змін умов. Чим ширший цей діапазон, тим більше адаптивної вважається структура. Даний показник можна уявити як рівень, при якому організація реагує на зміни її внутрішнього і зовнішнього середовища. Адаптивність розглядається тут як проміжний критерій, більш абстрактний, ніж рівень виробництва, продуктивності або задоволення [23].

Програмне середовище Matlab за допомогою блоку Check Step Response дозволяє реалізувати адаптивну систему, адже вона дозволяє підтримувати задані характеристики, при зміні входних, і як результат – корегувати налаштування регулятора відносно отриманих даних.

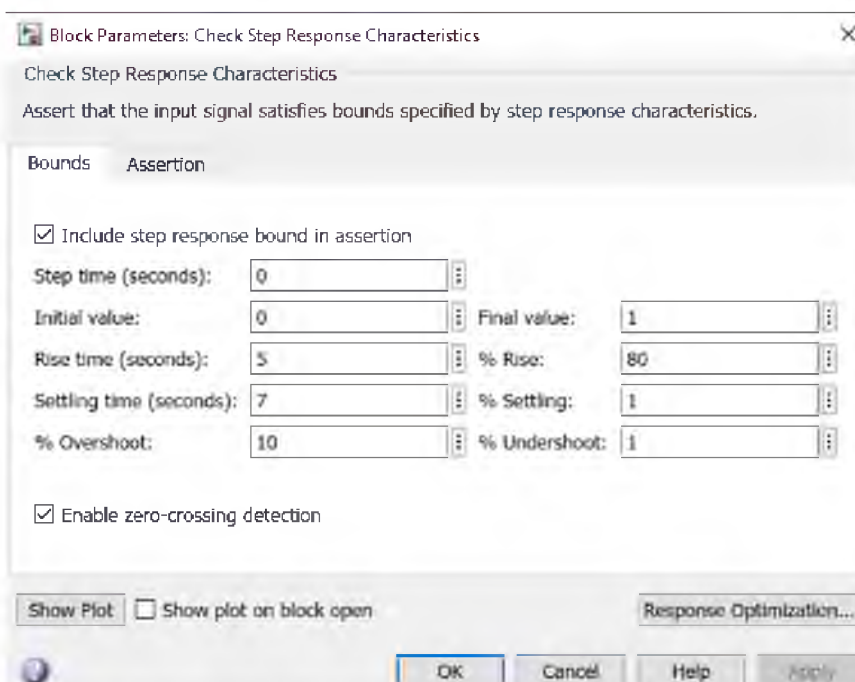


Рис.3.6 Вигляд блоку налаштувань для оптимізації

У випадку, якщо Step time дорівнює нулю, оптимізація проходить із часом, який був обраний у системі загалом. Для того, щоб даний блок працював, необхідно впровадити дві додаткові зміни, які будуть слугувати початковими точками підбору даних. Ці змінні позначаються як K і I відповідно у регуляторі.

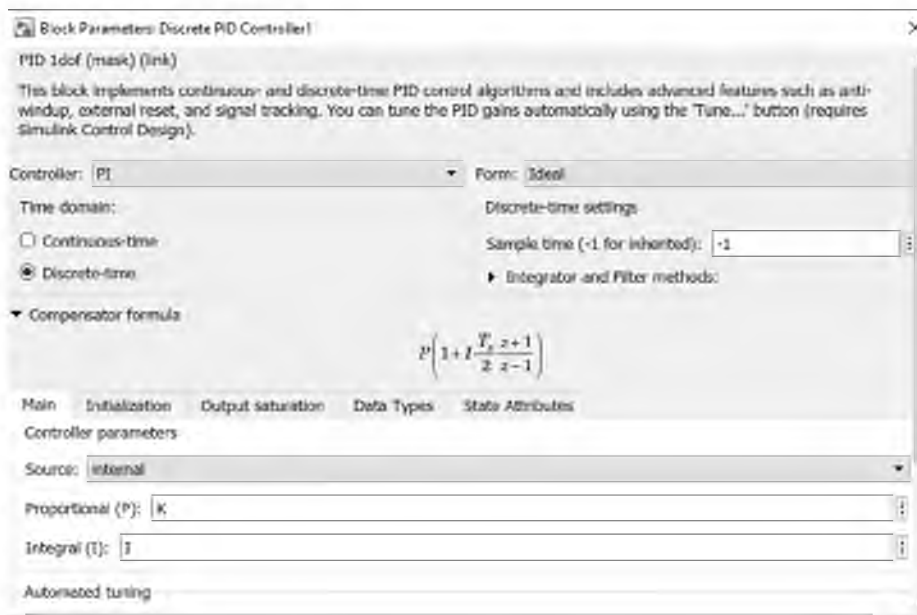


Рис. 3.7 Блок налаштувань Discrete PID Controller перед початком оптимізації

Далі проводимо настройку самого блоку Check Step Response Characteristics. Для цього у вікні налаштувань для оптимізації натискаємо кнопку Response Optimization.

НУБІП І УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

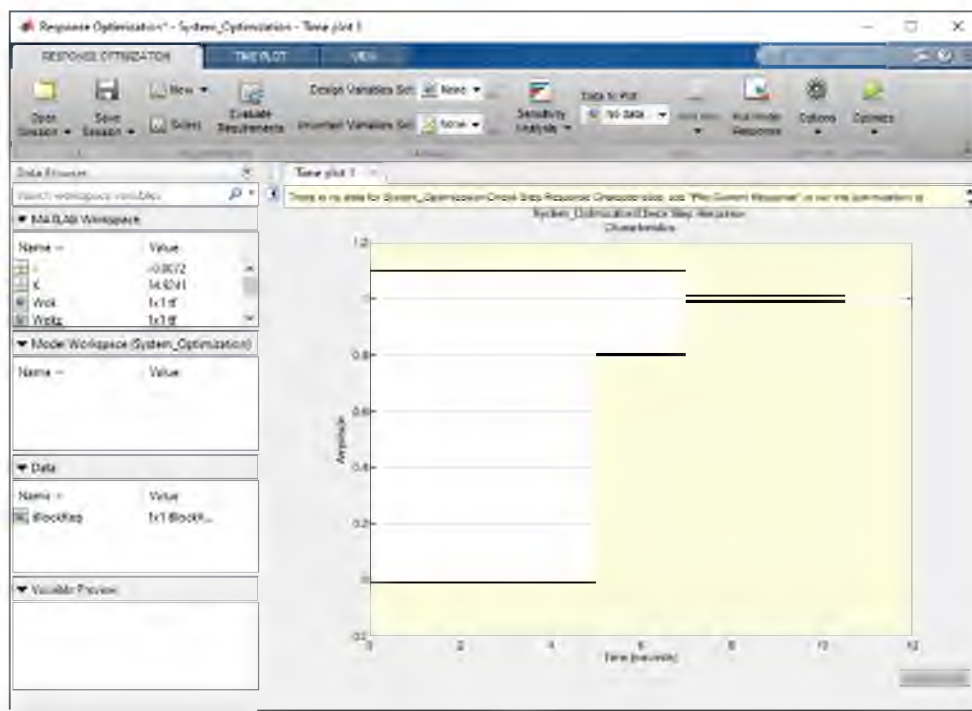


Рис.3.8 Вигляд вікна Response Optimization

У вкладці Design Variables Set додаємо наші шукані величини K та I і підключаємо ці змінні у вікні Data to Plot. Вибір способу оптимізації здійснюється у відповідному вікні налаштувань даного вікна.

3.5 Вибір алгоритму керування об'єктом

Будь-яка система автоматичного керування складається з регулятора та об'єкта керування. Динамічні властивості останнього відіграють вирішальну роль при виборі найбільш ефективного алгоритму керування. Встановлено, що критерієм для правильного вибору алгоритму керування може служити значення відношення часу чистого запізнення об'єкта до його постійної часу. При виборі типу регулятора рекомендується орієнтуватися на величину відношення часу запізнення до постійної часу об'єкта керування [12].

Для початку необхідно визначити, яке співвідношення між часом запізнення і часом регулювання об'єкта автоматизації

$$\frac{\tau}{T} = \frac{2.5}{1300} = 0.0019 \quad (3.5)$$

- якщо $\frac{\tau_{oy}}{T_{oy}} < 0,2$, перевагу віддають позиційному (релейному) алгоритму керування, але можливе використання і неперервного алгоритму. Рішення приймається в залежності від технологічних вимог до процесу управління [12].

- якщо $0,2 < \frac{\tau_{oy}}{T_{oy}} < 1,0$, перевагу віддають неперервному або цифровому алгоритму керування (П-, ПІ- або ПІД-алгоритм керування) [12].

- якщо $\frac{\tau_{oy}}{T_{oy}} > 1,0$ вибирають спеціальний цифровий регулятор з

екстраполятором, який компенсує запізнювання в контурі керування [12].

У випадку регулювання по каналу "температура змішувача – теплообмінника – витрата гарячої води" рекомендовано використовувати

неперервний алгоритм керування, хоч це і суперечить попереднім розрахункам, адже вони не показують інерційність великої камери по виробництву майонезної пасти.

Якщо коефіцієнт пропорційності $k_p \geq 10$ – П-регулятор задовольняє вимоги, а якщо $k_p < 10$ – необхідно увести інтегральну складову алгоритму керування. Цей (мається на увазі ПІ-) регулятор є широко популярний у різних сферах та має такі переваги [3]:

- забезпечує нульову статичну похибку;
- простий в налаштуванні, так як має два параметри конфігурації: коефіцієнт підсилення (k_p) та час інтегрування (T_i);

- мала чутливість до шумів в каналі вимірювання.

Алгоритм описується за таким рівнянням:

$$x_{po} = k_p \cdot \Delta y + \frac{k_p}{T_i} \int_0^t \Delta y \cdot dt, \quad (3.6)$$

Де x_{po} – переміщення РО;

k_p – коефіцієнт передачі;

Δy – відхилення РО;

T_i – час інтегрування.

Це рівняння складається з двох частин – пропорційної частини ($k_p \cdot \Delta u$) та інтегральної частини ($\frac{k_p}{T_i} \cdot \int_0^t \Delta u \cdot dt$).

З рівняння 3.2 було складено передатну функцію ПІ-регулятора:

$$W_{PI}(s) = k_p \cdot \left(1 + \frac{1}{T_i s}\right) \quad (3.7)$$

Основним видом регуляторів на сучасному етапі розвитку автоматизації є цифровий регулятор. При необхідності аналізу процесів у самому цифровому регуляторі, самостійного створення програми, що реалізує алгоритм регулювання, при дослідженні впливу періоду квантування та дискретного характеру сигналів на динамічні характеристики цифрової системи, більш точним буде метод синтезу регулятора у Z-перетворенні [3].

Об'єкт керування матиме наступний вигляд:

```
>> Wok=tf([2.5],[1300, 1])
Wok =
    2.5
    -----
   1300 s + 1
Continuous-time transfer function.
>> Wokz=c2d(Wok,1)
Wokz =
    0.001922
    -----
   z - 0.9992
```

Рис. 3.9 Z-перетворення у програмі MATLAB

Далі проведемо аналогічні маніпуляції із усіма елементами системи і отримаємо дискретну функцію всіх елементів.

Отримавши дискретну функцію даного об'єкта складемо її у MATLAB Simulink для знаходження оптимальних налаштувань:

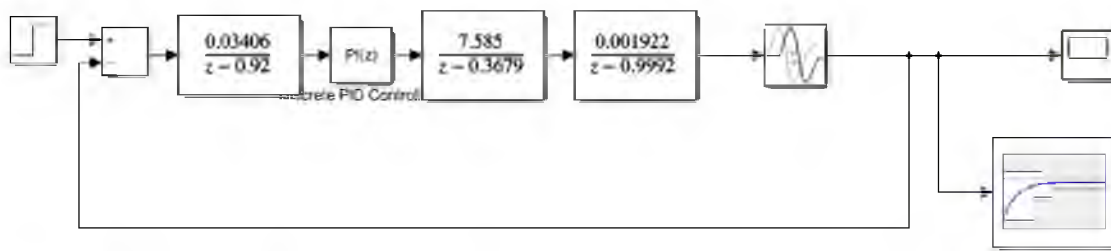


Рис. 3.10 Імітаційна модель об'єкта керування рівнем в MATLAB Simulink

Провівши підготовче налаштування у блоці Check Step Response, у налаштуваннях оптимізації обираємо зручний для себе алгоритм оптимізації, перелік яких показано на рис. 3.11.

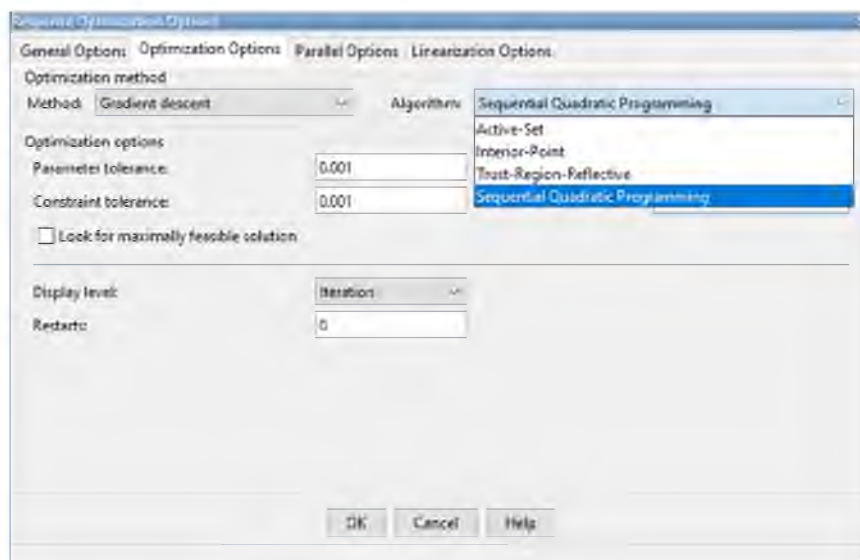


Рис.3.11 Вибір алгоритму оптимізації

Після проведеної оптимізації і отриманих даних для К і І замінюємо їх на нові у нашому PID контролері.

НУБІП України

НУБІП України

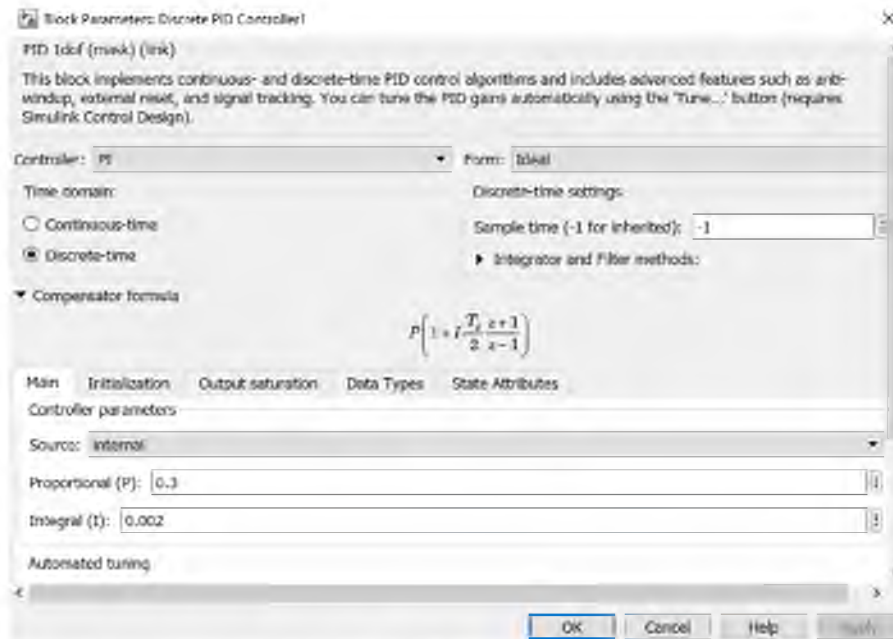


Рис. 3.12 Блок налаштувань Discrete PID Controller із шуканими величинами

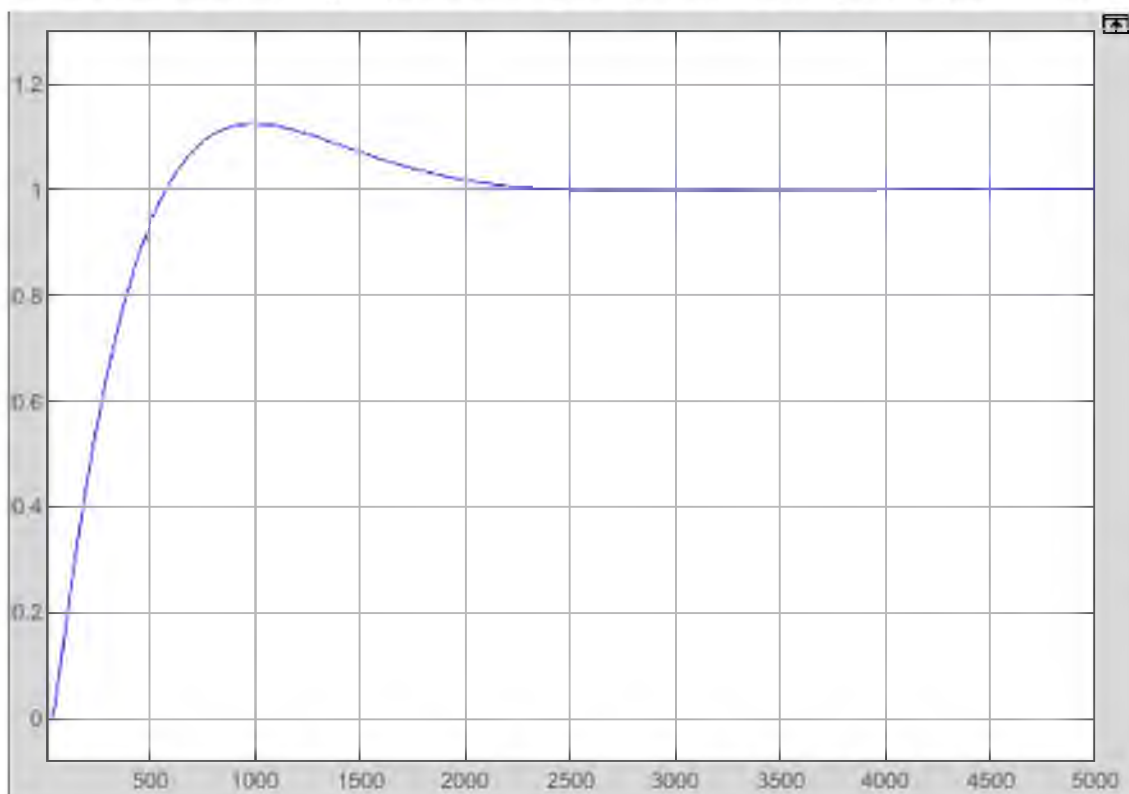


Рис. 3.13 Перехідна характеристика САК

Рис.3.5. Перехідна характеристика САК виробництва майонезу

Із рисунка (3.5) можемо отримати наступні показники якості:

$$\text{перерегулювання } \sigma = \frac{h(t)_{\max} - h(t)_{\text{уст}}}{h(t)_{\text{уст}}} \cdot 100\% = 12\%$$

НУВІП України

- коливальність $\eta = 0$;
 - час регулювання $t_{REG} = 2000$ с;
 - відсутня статична похибка.

Із отриманої перехідної характеристики даної системи можемо

зробити висновок, що дана система є стійка, у системі відсутні будь які

коливання і відсутня статична похибка, що і є характерним для регуляторів даного типу.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Розділ 4

4.1 Принципова електрична схема

Принципові електричні схеми слугують, для демонстрації електричної складової силових установок і для легкості подальшого монтажу основних елементів для забезпечення її роботи.

На рис. 4.1 Представлено електричну принципову схему усіх елементів, що необхідні при виготовленні майонезної пасти, без контуру нагрівання води у чані.

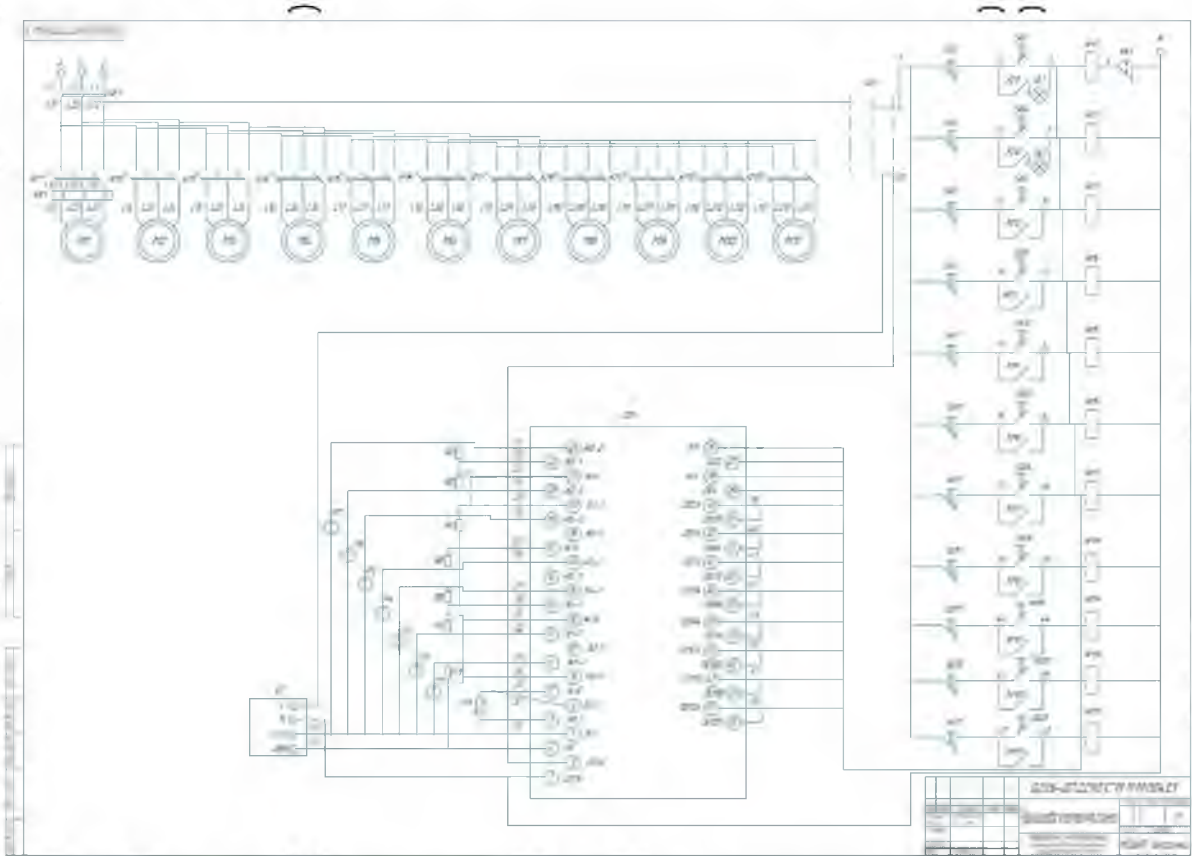


Рис.4.1 Фрагмент принципової електричної схеми

Функція	Знак	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Прим.
		1	QF	Автоматичний вимикач	1	IEK BA88-32
		2	M	Електродвигун	11	
		3	KM	Магнітний пускоч	11	KMI-34012
		4	KK	Теплове реле	1	PTЛ 2055
		5	SB	Кнопка	22	ecs.standval.d211
		6	SA	Перемикач	1	EMAS PS020ZE210
		7	DD	Програмований лог. контр.	1	ОВЕН 200
		8	HL	Сигнальна лампа	2	IEK AD1605
		9	P	Датчик	8	
		10	RВ	Підтягуючий резистор	7	SR PASSIVES 100 OM
		11	Rt	Терморезистор	1	ОВЕН DTC 100M

Рис. 4.2 Специфікація до принципової електричної схеми

Як можна помітити на фрагменті електричної принципової схеми, передбачається два режими роботи, автоматичний – як основний, яким керує програмований логічний контролер (DD1) і ручний. Зміна режимів відбувається за рахунок перемикача SA1.

На схемі зображено 11 моторів, які відповідають:

M1 – привід мішалки;

M2 – насос;

M3 – M11 – електродвигуни виконавчих механізмів МБО 40/10.

Кнопки SB, які мають непарний порядковий номер, відповідають за зупинку електродвигуна, а кнопки із парним порядковим номером – за його запуск [12].

Магнітні пускачі відповідають за дистанційну комутацію електродвигуна. Порядковий номер магнітного пускача, відповідає порядковому номеру електродвигуна, до якого він приєднаний [12].

Сигнальна лампа HL1 – відповідає за сигналізацію роботи привода мішалки, електродвигуна M11[12]..

Сигнальна лампа HL2 – відповідає за сигналізацію роботи насоса.

До програмованого логічного контролера DD1 підключені до відповідних входів наступні датчики[12]:

P1 – датчик температури TCM 50W, що підключений за 3-проводною схемою підключення.

P1 – датчик рівня.

P2 – P7 – датчики витрати[12].

Живлення датчиків програмованого логічного контролера відбувається за рахунок блоку живлення.

4.2 Розробка схеми з'єднань

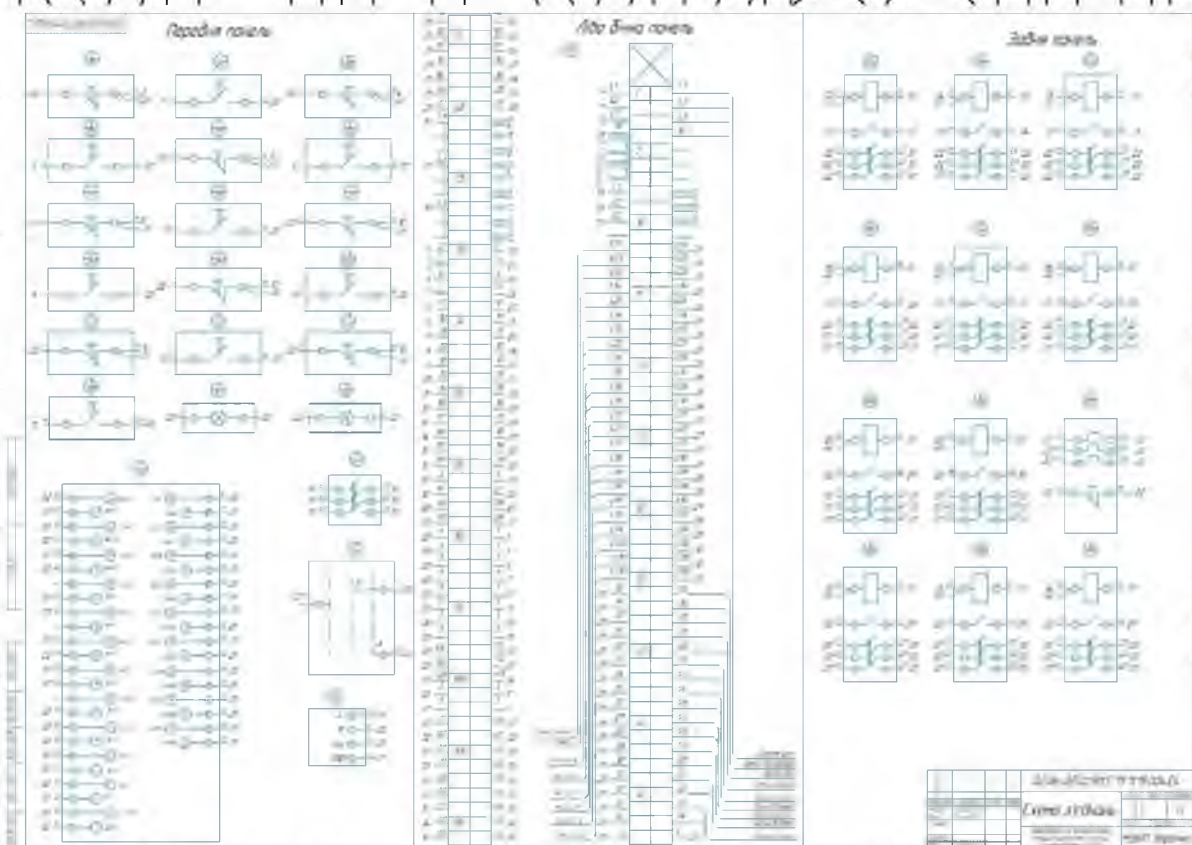


Рис. 4.3 Схема електрична з'єднань

Для легкості і правильності монтажних робіт розробляють схеми з'єднання. На даних схемах показано, за яким принципом і послідовністю відбувається підключення тих чи інших пристроїв.

Схеми з'єднань виконують на підставі таких загальних правил:

- Оформлюють схему з'єднання лише на один конкретний елемент – шафу керування, стенд, пульт, станцію керування і т.д.

- позиційне позначення приладів та засобів автоматизації, а також маркування ділянок кіл, що прийняті на принципових схемах, потрібно зберегти на схемі з'єднань.

Виконання схеми з'єднання проходить у трьох можливих способах – адресному, графічному або табличному.

Адресний спосіб є найбільш поширеним і полягає в тому, що лінії зв'язку між окремими елементами апаратів, які встановлюють на щиті або на пульті, не показують, а замість цього у місці приєднання проводу на кожному апараті або елементі проставляють цифрову або літерно-цифрову адресу того апарата або елемента, з яким він електрично має бути зв'язаний (позиційне позначення згідно з принциповою схемою) або порядковий номер елемента. Це не загромаджує схему лініями зв'язку, що дає змогу її легко читати [3].

Графічний спосіб застосовують лише у випадку невеликої кількості елементів, тобто пультів і стендів. У такому випадку всі з'єднання між елементами показані нерозривно. Схеми трубних проводок виконують лише графічним способом. При умові, що у одному пульті проходять труби із різних матеріалів – відповідні умовні позначки повинні бути відображені на схемі [3].

4.3 Розробка схеми підключень

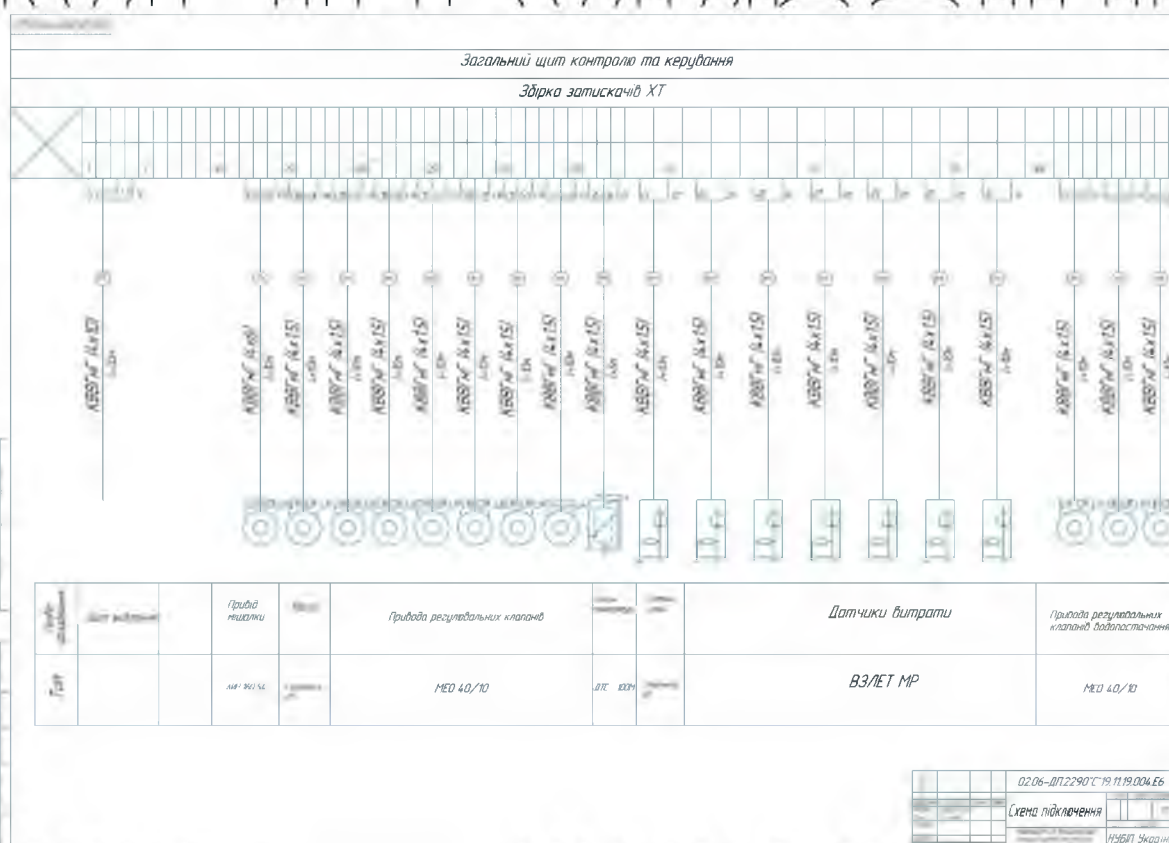


Рис. 4.4 Схема електрична підключень

Згідно з ГОСТ 2.702–75 схеми вмикання показують зовнішнє підключення апаратів, установок щитів, пультів і т.д. Схеми з'єднань виконують на підставі принципів схем живлення, специфікацій приладів і обладнання а також креслень виробничих приміщень із розміщенням технологічного обладнання та трубопроводів. Їх використовують під час монтажу проводок, що забезпечують живлення щитів, пультів, установок, приладів та апаратів[3].

Практично використовують дві побудови схем підключень: графічну та табличну. Більш поширеною є графічна. При цьому умовними графічними позначеннями зображують: відбірні пристрої та первинні перетворювачі; щити, пульти та локальні пульти керування, контролю, сигналізації та вимрювання; позащитові прилади та засоби автоматизації;

з'єднувальні та протяжні коробки, вільні коробки кінців терморпарі, електропроводки та кабелі, що прокладаються поза щитами; вузли приєднання електропроводів і приладів, апаратів та коробок; забірну апаратуру, елементів для з'єднання та відгалуження; комутаційні затискачі, розміщені поза щитами; захисне заземлення[3].

Зв'язки одного призначення на схемах підключень показують суцільними лініями, і лише в місцях приєднання для приладів виконавчих механізмів та до інших апаратів проводи розділяють, щоб провести їх маркування[3].

На лініях зв'язку, що означають проводи або кабелі, вказують номер проводки (підключення), марку, переріз та довжину проводів і кабелів (якщо проводка виконана в трубі, то необхідно вказати також характеристику труби)[3].

Схеми підключень виконують без збереження масштабу у вигляді, зручному для користування.

4.4 Розрахунок надійності системи автоматичного керування

Надійність — це здатність системи або елементів системи виконувати поставлені завдання за різних умов експлуатації. Низька надійність систем може призвести до падіння обсягів виробництва, а також частому ремонту обладнання. Для розрахунку надійності нашої системи необхідно обрахувати інтенсивність відмов елементів системи і згрупувати у таблицю 4.1.

Табл. 4.1

№ п/п	Назва елемента	Кількість елементів, шт.	Інтенсивність відмов, $\lambda \cdot 10^{-6}$, 1/год	Загальна інтенсивність відмов $\lambda \cdot 10^{-6}$, 1/год
1.	Кнопкові вимикачі «Пуск, Стоп»	22	0.063	1.386
2.	Електромагнітні пускачі	13	0.25	3.25
3.	Тепловий вимикач	1	0.1375	0.1375
4.	Електродвигун змінного струму	13	5.24	68.12
5.	Пакетні перемикачі	1	0.175	0.175
6.	Терморезистор	1	0.087	0.087
7.	Сигнальні лампи	2	0.091	0.182
8.	Автоматичний вимикач	1	0.22	0.22
	Датчик температури контактний	2	4.5	9

9.	Датчик рівня контактний	2	1.5	3
	Датчик тиску контактний	1	5	5
10.	Датчик витрати	6	1	6
11.	Блок живлення	1	0.6	0.6
12.	Контакти	23	0.025	0.575
13.	Розетки	1	0.02	0.02

Тепер знаходимо загальну інтенсивність відмов.

$$\sum \lambda_i = 97.752 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{год}} \quad (4.1)$$

При умові, що термін нормальної роботи в середньому $t = 10000$ год.

знаходимо результативну інтенсивність цих відмов $P(t)$ за $t = 10000$ годин:

$$P_{\text{рез}}(t) = e^{-k \cdot \sum \lambda_i \cdot t} \quad (4.2)$$

де k – коефіцієнт, впливу зовнішнього середовища на систему, зазвичай приймають за 1;

$$P_{\text{рез}}(t) = e^{-97.752 \cdot 10^{-6} \cdot 10000} = 0.376 \quad (4.3)$$

За результатом розрахунків за 10000 годин роботи даних технічних засобів, їх ймовірність відмови становить 0,376.

При умові, коли надійність системи або об'єкту буде менша від заданої технічними вимогами, необхідно використовувати схемний метод – резервування.

Мінімальна задана ймовірність безвідмовної роботи $P_s(t) = 0.95 >$

$P_{\text{рез}}(t) = 0.376$. Для того, щоб збільшити надійність системи, необхідно

скористатися методом навантаженого резервування. Резервуванню

Н підлягають електромагнітні пускачі (13 шт.), теплове реле (1шт.), кнопки (22 шт.).

Отже виходячи із формули (4.8):

$$P_3(t) = P_1(t) - P_2(t) \quad (4.4)$$

Н Де $P_1(t)$ – імовірність безвідмовної роботи схеми, що резервується;

$P_2(t)$ – імовірність безвідмовної роботи частини схеми, що резервуванню не підлягає;

$$P_2(t) = e^{-4.774 \cdot 10^{-6} \cdot 10000} = 0,953 \quad (4.5)$$

$$P_1(t) = \frac{P_{рез}(t)}{P_2(t)} = \frac{0.376}{0.953} = 0.395 \quad (4.6)$$

Навантажене резервування – це паралельне з'єднання однотипних елементів, та на підставі формули матимемо:

$$m = \frac{\log(1 - 0.395)}{\log(1 - e^{-4.774 \cdot 10^{-6} \cdot 10000})} \approx 1 \quad (4.7)$$

Отже, досить одного елемента (для SB1) з'єданого паралельно, щоб забезпечити задану надійність для всієї схеми.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Розділ 5

Техніко-економічне обґрунтування

5.1 Розрахунок техніко-економічної ефективності автоматизації систем виробництва майонезу.

До виробничо-технічних напрямків відносяться заходи, зв'язані з якісною підготовкою сировини до його виробничого споживання, удосконалюванням конструкції машин, устаткування і виробів, застосуванням більш економічних видів сировини, палива, упровадженням нової техніки і прогресивної технології, що забезпечують максимально можливе зменшення технологічних відходів і втрат матеріальних ресурсів у процесі виробництва виробів з максимально можливим використанням вторинних матеріальних ресурсів[12].

До основних організаційно-економічних напрямків економії матеріальних ресурсів відносяться: комплекси заходів, зв'язаних з підвищенням наукового рівня нормування і планування матеріалосемності промислової продукції, розробкою і впровадженням технічно обґрунтованих норм і нормативів витрати матеріальних ресурсів; комплекси заходів, зв'язаних із установленням прогресивних пропорцій, що полягають у прискореному розвитку виробництва нових, більш ефективних видів сировини і матеріалів[12].

Головний напрямок економії матеріальних ресурсів на кожному конкретному підприємстві - збільшення виходу кінцевої продукції з той самою кількістю сировини і матеріалів - залежить від технічного оснащення виробництва, рівня майстерності працівників, рівня організації матеріально-технічного забезпечення, кількості норм витрати і запасів матеріальних ресурсів. Чимале значення має скорочення втрат у

виробничому процесі, за рахунок якого можна досягти 15-20% всієї економії матеріальних ресурсів[12].

Табл. 5.1 Кошторис системи автоматичного керування

Назва	Кільк.	Вартість, грн.
Датчик температури OVEN ДТС 100М	1	274
Датчик витрати ВЗЛЕТ МР	1	35 000
Датчик рівню VEGASWING 61	1	9,060
Електродвигун АІР 160S4	1	9 200
МСО-40/10-0,25 Р-99К	11	1 000
Насос Estamproх ЕРІ	2	16 000
Частотний перетворювач ТАУ-3С15	1	20 182
Електромагнітні пускачі КМІ-34012	13	5 404
Тепловий вимикач РТЛ 2055	1	749
Сигнальні лампи ІЕК АD16DS	2	54
Автоматичний вимикач ІЕК ВА88-32	1	860
Блок живлення 24 В	1	380
Пакетний перемикач EMAS PS020ZE210	1	215
Програмний контролер OVEN 200	1	12 714
Кнопковий пост e.cs.stand.xal.d.211	13	949
Кабель 175м.		4 600
Всього	51	126 641

Після закупівлі необхідного обладнання, необхідно оплатити послуги із монтажу, на ринку в середньому це 10-15% від вартості самого обладнання:

$$K_m = 0.1 * 126\,641 = 12\,661,10 \text{ грн.} \quad (5.1)$$

Логістичні витрати, що пов'язані із доставкою комплектуючих будуть становити 2% від вартості самих комплектуючих:

$$K_{\text{транс.}} = 0,02 * 126\,641 = 2\,532,82 \text{ грн.} \quad (5.2)$$

Також варто обрахувати вартість різних інших витрат таких як прокладання, пошкодження при монтажі кабелю і тд. У середньому це 2% від вартості обладнання:

$$K_{\text{ін.}} = 0,02 * 126\,641 = 2\,532,82 \text{ грн.} \quad (5.3)$$

Підсумувавши усі попередні розрахунки ми отримуємо капітальні вкладення у систему автоматизації.

$$K = K_{\text{з.а.}} + K_{\text{м.}} + K_{\text{транс.}} + K_{\text{ін.}} = 144\,367,74 \text{ грн.} \quad (5.4)$$

Амортизаційні відрахування будуть проведені методом за умови відрахування на 5 років, а отже сума амортизації буде дорівнювати:

$$A_p = \frac{K}{T_a} = \frac{144\,367,74}{5} = 28\,873,55 \text{ грн.} \quad (5.5)$$

Ремонт обладнання є невід'ємною частиною експлуатаційних витрат підприємства. Ремонтні витрати не капітального характеру прийнято брати 20% від загальної вартості обладнання:

$$K_{\text{рем.}} = 0.2 * 126\,641 = 25\,328,2 \text{ грн.} \quad (5.6)$$

Загальні витрати електроенергії при експлуатації системи будуть дорівнювати:

$$E_b = (P * g) * d = (28,160 * 6) * 22 = 3\,717,12 \text{ кВт.} \quad (5.7)$$

Де P – потужність системи автоматизації у кВт;

g – час роботи системи на 1 зміну;

d – кількість робочих днів на місяць.

Витрати на електроенергію:

$$K_e = E_B * C = 3\,717,12 * 1,69 = 6\,281,93 \text{ грн.} \quad (5.8)$$

Де C – тариф на оплату електроенергії за 1кВт.

Для нормальної роботи і екстреного реагування у випадку аварійної ситуації необхідно тримати два штатних працівника. Заробітня плата виплачується за тарифним видом нарахування, а вартість години роботи працівників становить 60 грн.

Витрати пов'язані із виплатою заробітної плати будуть становити:

$$K_{o.n.} = ((60 * 8) * 22) * 2 = 21\,120 \text{ грн.} \quad (5.9)$$

Підсумувавши усі експлуатаційні витрати за місяць отримаємо:

$$K_e = A_M + (K_{\text{рем.}}/6) + K_e + K_{o.n.} = 45\,283,16 \text{ грн.} \quad (5.10)$$

Обсяг виробництва за місяць становить:

$$B_M = (1 * 5) * 22 = 110 \text{ т майонезу}$$

Де 1 – це продуктивності системи за годину;

5 – кількість циклів виробництва.

Собівартість виготовленої тони майонезу відносно місячних експлуатаційних витрат буде дорівнювати.

$$CB = \frac{K_e}{B_M} = \frac{45\,283,16}{110} = 411,66 \text{ грн.} \quad (5.11)$$

Додаткові витрати на спеції і інші розхідні матеріали у виробництві становлять 5 тисяч гривень.

Економію енергоресурсів від унікальної системи по рециркуляції води будемо проводити за рахунок збереження енергії на подальше нагрівання суміші за рахунок попереднього теплообміну вже готової майонезної пасти,

яка далі піде на гомогенізацію, із водою для охолодження, що далі буде транспортуватися в нагрівальний чан для подальшого догріву і готовності до реалізації на наступну партію.

Кількість енергії, що необхідна для нагрівання води з 15 градусів до 90

буде розраховуватися наступним чином:

$$Q_{15} = C * m * \Delta t = 4200 * 120 * (90 - 15) = 37800 \text{ кДж} = 10500 \text{ Вт} * \text{годин} \quad (5.12)$$

Кількість енергії, що необхідна для нагрівання води з 40 градусів до 90

буде розраховуватися наступним чином:

$$Q_{40} = C * m * \Delta t = 4200 * 120 * (90 - 40) = 25200 \text{ кДж} = 7000 \text{ Вт} * \text{годин} \quad (5.13)$$

Отже економія від різниці температур при нагріванні буде дорівнювати:

$$Q_p = Q_{15} - Q_{40} = 3500 \text{ Вт} * \text{годин} \quad (5.14)$$

Енергія, що вивільняється за рахунок спалювання 1 куба газу становить 9.5кВт*годин.

Енергія, що вивільняється за рахунок нагрівання води ТЕНОм

загальною потужністю 1.5кВт буде дорівнювати 0.5кВт*годин.

Економія енергії, при розрахунку 2 виробничих циклів в день при нагріванні води за рахунок спалювання газом буде дорівнювати:

$$Q_{\text{ек. г}} = \frac{7}{9.5} = 0,73 \text{ м}^3 \quad (5.15)$$

Економія енергії, при розрахунку 2 виробничих циклів в день при нагріванні води за рахунок спалювання газом:

$$Q_{\text{ек. е}} = \frac{7}{1.5} = 4,6 \text{ кВт} \quad (5.16)$$

У грошовому еквіваленті на місяць для газу ця сума буде дорівнювати:

$$E_f = 6,55 * 0,73 * 22 = 106 \text{ грн.} \quad (5.17)$$

У грошовому еквіваленті на місяць для електроенергії ця сума буде дорівнювати:

$$E_{\text{Ф}} = 2.6 * 4.6 * 22 = 263 \text{ Грн.} \quad (5.18)$$

За рахунок впроваджені автоматизації у виробництві можна скоротити штат працівників на 1 людину, що дозволить економити 78 000 грн. за рік, при розрахунку мінімальної заробітної плати.

Прибуток отриманий із реалізації готового майонезу становить 3000 грн.

Тоді термін окупності системи буде дорівнювати:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\bar{Ч}} = \frac{144387,74}{3263 * 12} \approx 3,68 \quad (5.19)$$

Отже термін окупності даної системи становить 3 роки і 9 місяць, що є економічно доцільним інвестуванням

Розділ 6

6.1 Програмування логічного контролера для процесу виготовлення майонезної пасти

Програмовані логічні контролери фірми OVEN мають власне програмне середовище, яке називається CoDeSys. Саме у цьому програмному середовищі і буде відбуватися налагодження програмної частини. Терархія програми буде складатися із нижнього рівня – мови FBD, у якій знаходяться основні логічні блоки програми і взаємозв'язки між ними, і верхнього рівня – мови ST на якій написаний код кожного елемента окремо.

Структура мови нижнього рівня виглядає наступним чином:

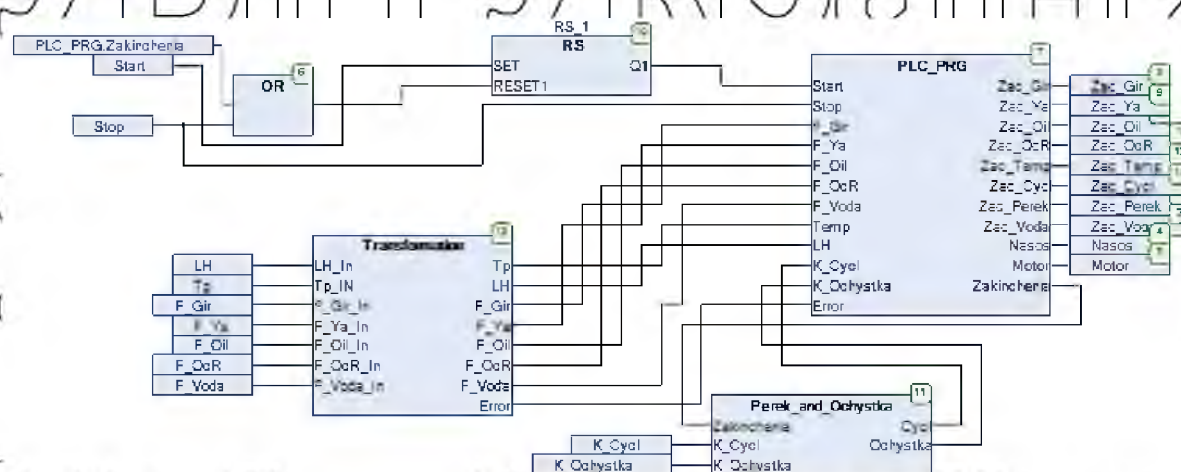


Рис. 6.1 Структура програми

Як видно із рис. 6.1 головним блоком до якого відносяться усі інші блоки є PLC_PRG. В даному блоці описана уся структура і процесу виробництва майонезної пасти із послідовністю дій системи і відтворенням кожного сигналу. Даний був утворений на основі написаного ST коду. Блок Transformation є входним для основного блоку. Саме він першим отримує сигнал із датчиків і перетворює його у цифровий код. Блок перекачки і очистки відповідає за останній у процесі виготовлення майонезної пасти етап – це процес циклічної подачі невеликсі кількості

майонезної пасти для кращого розмішування і завершальний етап – процес
очистки всього баку

Головний блок програми складається із наступних змінних.

VAR_INPUT	Error	BOOL	Помилка датчика
VAR_INPUT	Start	BOOL	Включення
VAR_INPUT	Stop	BOOL	Виключення
VAR_INPUT	F_Gir	REAL	Витрата гірчиці
VAR_INPUT	F_Ya	REAL	Витрата яєчного порошку і тд.
VAR_INPUT	F_Oil	REAL	Витрата олії
VAR_INPUT	F_OcR	REAL	Витрата оцетово - сольового розчину
VAR_INPUT	F_Voda	REAL	Витрата води для очистки
VAR_OUTPUT	Zac_Gir	BOOL	Засліпка гірчиці
VAR_OUTPUT	Zac_Ya	BOOL	Засліпка яєчного порошку
VAR_OUTPUT	Zac_Oil	BOOL	Засліпка олії
VAR_OUTPUT	Zac_OcR	BOOL	Засліпка оцетово - сольового розчину
VAR_OUTPUT	Zac_Temp	BOOL	Засліпка регулювання температури
VAR_OUTPUT	Zac_Cycl	BOOL	Засліпка перекачки з циклом
VAR_OUTPUT	Zac_Perek	BOOL	Засліпка перекачки на гомогенізатор
VAR_OUTPUT	Zac_Voda	BOOL	Засліпка води для очистки
VAR_INPUT	Temp	REAL	Значення температури
VAR_INPUT	LH	REAL	Значення рівня
VAR_OUTPUT	Nasos	BOOL	Вкл./Викл. насоса
VAR_OUTPUT	Motor	BOOL	Вкл./Викл. двигуна мішалки
VAR	TON_1	TON	Таймери
VAR	TON_2	TON	
VAR	SA1	BOOL	
VAR	a1	STRING	
VAR_INPUT	K_Cycl	BOOL	Кнопка циклічного режиму роботи
VAR_INPUT	K_Ochystka	BOOL	Кнопка режиму очистки
VAR	TON_4	TON	
VAR_OUTPUT	Zakinchenia	BOOL	

Рис.6.2 Внутрішні, зовнішні, маркери блоку PLC_RPG

Програмний код PLC_RPG має наступний вигляд:

```
IF Start = TRUE THEN
```

```
Motor = TRUE;
```

```
IF LH > 3 THEN
```

```
Zac_Gir:=FALSE;
```

```
Zac_Ya:=FALSE;
```

```
Zac_Oil:=FALSE;
Zac_OcR:=FALSE;
Zac_Voda:=FALSE;
```

НУБІП України

ELSE

```
Zac_Gir:=TRUE;
Zac_Ya:=TRUE;
```

НУБІП України

```
Zac_Oil:=TRUE;
```

```
Zac_OcR:=TRUE;
```

НУБІП України

END_IF

// Перевірка потоку рідини в трубопроводі

```
TON_1(IN:= Zac_Gir OR Zac_Ya OR Zac_Oil OR Zac_OcR, PT:=
T#15S);
```

НУБІП України

```
IF Zac_Gir = TRUE AND F_Gir = 0.0 AND TON_1.Q = TRUE
```

THEN

```
Start:=FALSE;
Zac_Gir:=FALSE;
```

НУБІП України

END_IF

```
IF Zac_Ya = TRUE AND F_Ya = 0.0 AND TON_1.Q = TRUE
```

НУБІП України

THEN

```
Start:=FALSE;
```

```
Zac_Ya:=FALSE;
```

НУБІП України

END_IF

```

IF Zac_Oil = TRUE AND F_Oil = 0.0 AND TON_1Q = TRUE
THEN
    Start := FALSE;

```

```

    Zac_Oil := FALSE;

```

```

END_IF
IF Zac_OcR = TRUE AND F_OcR = 0.0 AND TON_1Q = TRUE
THEN

```

```

    Start := FALSE;

```

```

    Zac_OcR := FALSE;

```

```

// Контур температури

```

```

IF Temp < 60 AND Stop = FALSE THEN
    Zac_Temp := TRUE;

```

```

END_IF

```

```

IF Temp < 65 AND Temp > 60 THEN
    Zac_Temp := FALSE;

```

```

END_IF

```

```

IF Temp > 65 THEN
    SA1 := TRUE;
    Zac_Temp := FALSE;

```

```

ELSE

```

```

    SA1 := FALSE;

```

```

END_IF
IF K_Cycl = TRUE AND Zac_Gir = FALSE AND Zac_Ya =
FALSE AND Zac_OcR = FALSE AND Zac_Oil = FALSE THEN

```

```

    Zac_Cycl := TRUE;

```

```

    Nasos := TRUE;
    Zac_Perek := TRUE;

```

```

    Zac_Gir := FALSE;

```

```

    Zac_Ya := FALSE;
    Zac_OcR := FALSE;
    Zac_Oil := FALSE;

```

```

END_IF
TON_2(IN := K_Cycl, PT := T#10S);
IF K_Cycl = TRUE AND TON_2.Q = TRUE THEN

```

```

    Zac_Cycl := FALSE;

```

```

IF LH = 0 THEN
    Motor := FALSE;

```

```

    Nasos := FALSE;

```

```

    Zac_Perek := FALSE;
    Zac_Temp := FALSE;
    Zac_Gir := FALSE;

```

```

    Zac_Ya := FALSE;

```

```

    Zac_OcR := FALSE;

```

```

        Zac_Oil := FALSE;
    END_IF
END_IF

```

```

    IF K_Cycl = TRUE AND Ton_2.Q = TRUE AND K_Ochystka =
    TRUE AND LH = 0 AND Zac_Cycl = FALSE AND Nasos = FALSE AND
    Zac_Perek = FALSE
    AND Zac_Gir = FALSE AND Zac_Ya = FALSE AND Zac_OcR = FALSE
    AND Zac_Oil = FALSE THEN

```

```

        Zac_Temp := FALSE;
        Motor := TRUE;

```

```

        Zac_Voda := TRUE;

```

```

        Zac_Gir := FALSE;
        Zac_Ya := FALSE;
        Zac_Oil := FALSE;

```

```

        Zac_OcR := FALSE;
        Zac_Perek := TRUE;
        TON_4(IN:= K_Ochystka, PT:= T#10S);

```

```

    END_IF

```

```

    IF K_Ochystka = TRUE AND TON_4.Q = TRUE THEN
        K_Ochystka := FALSE;

```

```

        Motor := FALSE;

```

```

        Zac_Voda := FALSE;

```

Zac_Temp := FALSE;
 Zac_Perek := FALSE;
 Zakinchenia := TRUE;

Zac_Gir := FALSE;
 Zac_Ya := FALSE;
 Zac_OcR := FALSE;

Zac_Oil := FALSE;

END_IF
 IF Zakinchenia = TRUE THEN

K_Cycl := FALSE;

Zac_Temp := FALSE;
 Motor := FALSE;
 Zac_Voda := FALSE;

Motor := FALSE;

Zac_Gir := FALSE;
 Zac_Ya := FALSE;

Zac_OcR := FALSE;

Zac_Oil := FALSE;
 END_IF

END_IF

НУБІП УКРАЇНИ

Блок перетворення сигналу має наступний вигляд:

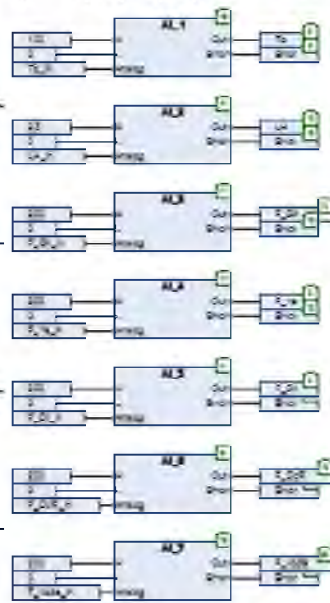


Рис. 6.3 Блок Transformation

Як видно із рис. 6.3 блок складається із 3 вхідних і одного вихідного значення, серед вхідних це сигнал самого датчика а також його максимальні і мінімальні обмеження, а вихідними сигналами слугує перетворений у цифровий код сигнал датчика і вихід маркера ERROR.

Блок AI_n складається з наступного коду:

```
Out := (H-L)/27648*Analog+L;
H_Code:= 27648;
L_Code:= 10;
IF Analog > H_Code AND Analog < L_Code THEN
    Error := TRUE;
END_IF
```

Рис. 6.4 Код блоку AI_n

Маркер сигналізує роботу системи і в разі, якщо будуть не відповідні цьому датчику данні, або їх не буде взагалі, то маркер зупинить роботу системи. При відсутності сигналу, ймовірно стався обрив провідника від датчика, а при значеннях більших за 27648 – датчик був налагоджений не правильно, або ж самі обмеження у програмі є не правильними.

Програма очистки і циклу виглядає наступним чином:

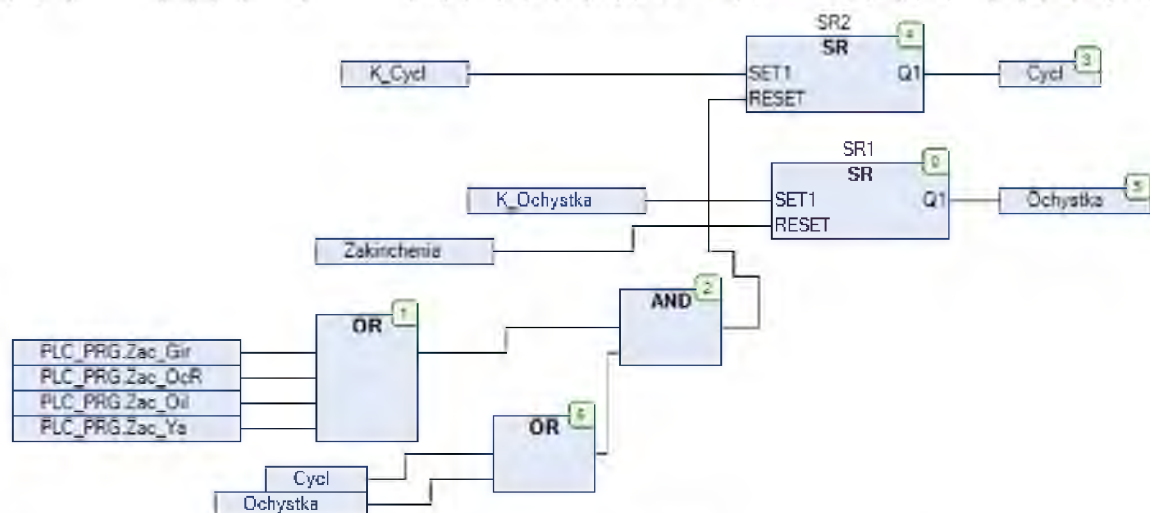


Рис. 6.5 Структура програми циклу, перекачки і очистки

Дана програмна складова повністю забезпечує регулювання системи на етапі виробництва майонезної пасти.

6.2 Панель оператора для процесу виготовлення майонезної пасти

Панель оператора – це графічне відображення проходження процесу виробництва із можливістю корегування, слідкування чи зупинки процесу.

На рисунку зображено панель оператора у програмі Tasc Mode для виробництва майонезної пасти.

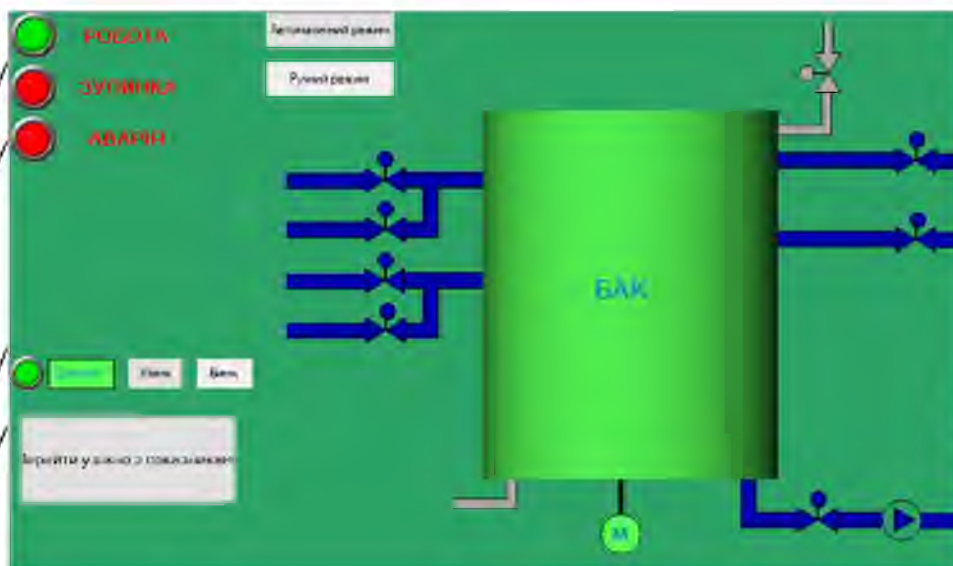


Рис.6.6 Панель оператора для виготовлення майонезної пасти

На даній панелі зображено основний технологічний елемент і трубопроводи, по яким транспортуються необхідна сировина. При використанні автоматичного режиму, процес протікає за програмою, що збережена у контролері. При використанні ручного режиму, необхідно буде ввести дані про конкретний параметр вручну. При натисненні кнопки “Перейти у вікно з показниками” ми відкриємо інше вікно у якому знаходяться усі необхідні для цього процесу показники. Вікно із показниками зображене на рис.

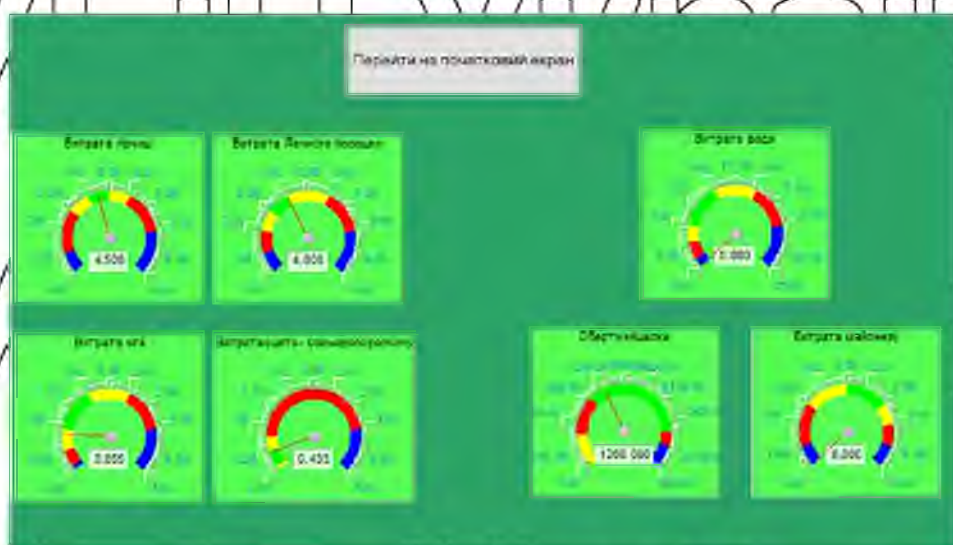


Рис.6.7 Показники у панелі оператора

Також на рис. 6.8 зображено панель оператора для процесу нагрівання води для процесу виробництва майонезу. Як і у випадку панелі оператора по виробництву майонезної пасти, у ручному режимі всі параметри вводяться вручну, як і заслінки чи насос. Параметри тут винесені на передній план, адже їх не велика кількість, а отже і винесення їх на окреме вікно не має необхідності.

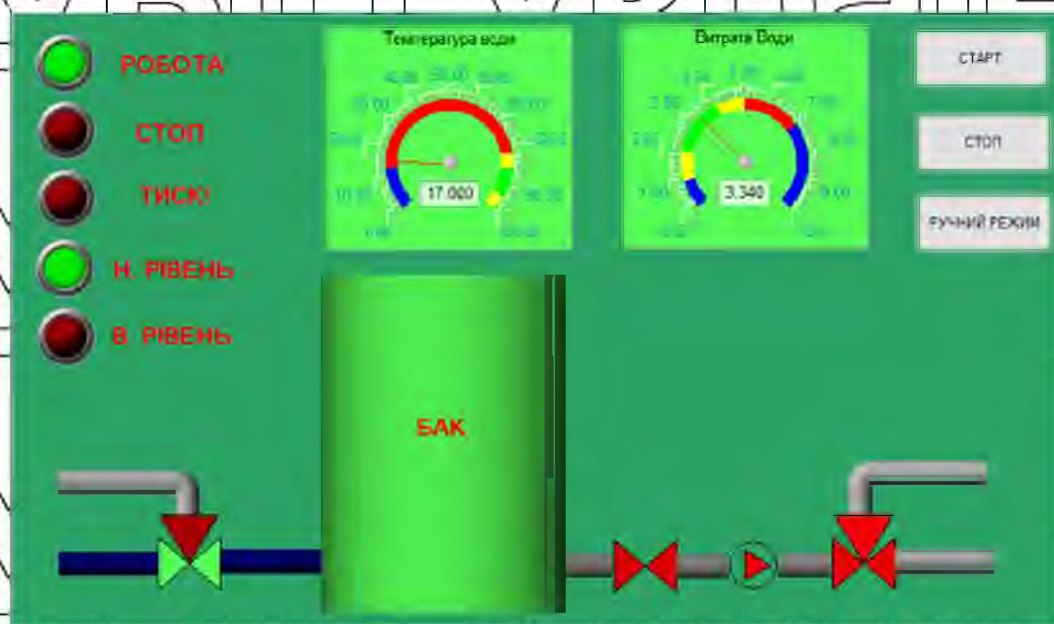


Рис. 6.8 Панель оператора нагрівального чану

Висновок

Отже у даній випускній магістерській роботі було досліджено процес виробництва майонезної пасты по каналу регулювання температури майонезу.

У першому розділі було продемонстровано і описано технологію виробництва майонезу періодичним способом, із використанням системи реєркуляції води а також створені відповідні технологічна і функціональна схеми.

У другому розділі був продемонстрований рекомендований перелік технічних засобів автоматизації, що забезпечить високу точність виробництва. Також для подальшого дослідження системи були проведені розрахунки відповідних засобів автоматизації по каналу регулювання температури, знайдені передатні функції відповідних технічних засобів.

У третьому розділі було проведено моделювання системи по каналу регулювання температури майонезної пасты в змішувачі. Після процесу моделювання була отримана передатна функція об'єкту керування, а також була створена і досліджена адаптивна модель системи керування. Після отриманих оптимальних настройок регулятора були описані параметри якості отриманої системи.

У четвертому розділі були представлені розроблені для даної системи схеми: фрагмент електричної принципової схеми, специфікація до цієї схеми, схема з'єднань і схема підключення. Також до фрагменту електричної принципової схеми був створений опис її роботи.

У п'ятому розділі були проведені дослідження по доцільності впровадження даної системи із економічної точки зору. Були розраховані необхідні витрати на придбання, транспортування, і монтаж засобів автоматизації, експлуатаційні витрати, а також був проведений розрахунок

собівартості виробленої продукції, і на основі цих даних отриманий термін окупності системи автоматизації. Економія даної системи рециркуляції була розрахована без урахування вартості економії води.

У шостому розділі було продемонстровано програму для автоматичного виробництва майонезної пасты, що застосовується логічним контролером, який був обраний раніше. Сама програма була написана у середовищі CoDeSys. Також була показана панель оператора для даних процесів, що була реалізована у середовищі Trace Mode.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Використана література

1. І.І. Мартиненко, В.П. Лисенко, Л.П. Тищенко, І.М. Болбот
Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК – 2008

– 330 с.

2. И.И. Мартыненко, Лысенко В.Ф. Проектирование систем
автоматики. – М.: Агропромиздат, 1990. – 224 с.

3. Лисенко В.П., Шворов С.А., Коваль В. В., Рещетюк В.М.,
Мірошник В.О, Шуруб Ю. В., Осипенко В.В., Цигульов І.Т.,

Руденський А.А., Гладкий А. М., Болбот І.М., Лукін В.Є.

Методичні вказівки до розробки випускної роботи магістра для
студентів із спеціальності 8.05020201 - Автоматизація управління
технологічними процесами/ Київ: НУБШ, 2015. – 185с.

4. Технологія майонезів, салатних соусів та дрессингів : Навч.

посібник / В. К. Тимченко, А. К. Зябченкова, А. А. Савус. - Харків
: НТУ «ХП», 2007.-160 с.

5. Нечаев А. П. Майонезы, Спб-«Горд», 2000. - 24 с.

6. Производство пищевых эмульсионных продуктов типа майонеза /

А. В. Стеценко, Л. И. Тарасова, Г. П. Михайлова, Л. Н. Петрова. -
АгронциТЭИПП, 1998. - Вып. 3. - 1-32

7. Попович М. Г., Ковальчук О. В. П158 Теорія автоматичного
керування: Підручник. — 2-ге вид.: Львів, 2007. — 656 с.

8. Кравців Р.Й. та ін. Харчові жири і жирові продукти: Навчально-

методичний посібник. – ЛКТ ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького.
2008 – 60 с.

9. ДСТУ 4487: 2005 Майонези. Загальні технічні умови.

10. ДСТУ 4487: 2015 Майонези та майонезні соуси. Загальні технічні

умови.

11. Бакланов К.В., Кривова А.Ю., Ливинская С.А. Совершенствование технологии производства эмульгированной масложировой продукции. – М.: Сборник материалов конференции «Перспективы развития масложировой, маслодельной и сыродельной промышленности», 2007, с. 75 – 77.

12. Козловський Ю.С. Пояснювальна записка бакалаврської роботи на тему «Розроблення системи автоматичного регулювання технологічного процесу виробництва майонезу із використанням комплексу технічних засобів ОВЕН» Київ: НУБІП, 2020. – 70с.

13. Бакланов К.В., Тырсин Ю.А., Бакланов В.А. Сопоставление гомогенизирующих устройств для производства майонеза. – Масложировая промышленность, 2008, №3, с. 30 – 32.

14. Бакланов К.В., Тырсин Ю.А., Бакланов В.А. Сопоставление гомогенизирующих устройств для производства майонеза. – Масложировая промышленность, 2008, №3, с. 30 – 32.

15. Бакланов К.В. Совершенствование технологии высококалорийных майонезов. – М.: ГОУ ВПО МГУТУ 2008. – 12 с.

16. Нечаев А.П. и др. Майонезы. – СПб: ГИОРД, 2000. – 80 с.

17. Касторных М.С. Экспертиза качества маргарина, кулинарных жиров, майонеза, жиров животных топленых пищевых. Методическое руководство МВШЭ.МФ. – 008 – 2000. – 63 с.

18. Тимченко В.К., Зябченкова А.К., Савус А.А. Технологія майонезов, салатних соусів та дresiнгiв. - Харків НТУ "ХП" 2007. – 159 с.

19. Технологія майонезiв, салатних соусiв та дresiнгiв. Навч. Посiбник/ В.К. Тимченко, А.К. Зябченкова, А.А. Савус – Харків: НТУ «ХП», 2007. – 160 с.

20. <http://cleverbuse.club/brand/owen-ru/programming-plc-from-codess.html>

21. <https://prom.ua>
22. <https://qweri.ua>
23. <https://studfile.net/preview/3600104/page/2/>
НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України