

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 681.5:664.1:636.082.474

ПОГОДЖЕНО

Директор Інституту енергетики,
автоматики і енергозбереження
(назва Інституту)

В.В. Каплун
(ПІБ)

(підпис)

« _____ » 2022 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри автоматики
та робототехнічних систем

ім. акад. І.І. Мартиненка
(назва кафедри)

В.П. Лисенко
(ПІБ)

(підпис)

« _____ » 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА
02.06.-КМР.2067"С".2021.12.08.003.ПЗ

на тему «ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ
АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ БРОДІННЯ
СУСЛА НА ПИВЗАВОДІ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ КОМПЛЕКСУ
ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ SIEMENS»

Спеціальність: 151– «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
(шифр і назва)

Магістерська програма: Комп'ютерно-інтегровані системи управління
технологічними процесами у галузях АПК
(назва)

Гарант освітньої програми

Виконав

Керівник магістерської роботи

(підпис)

(підпис)

(підпис)

В.П. Лисенко, д.т.н., професор
(П.І.Б, науковий ступінь та вчене звання)

В.В. Долгих
(П.І.Б студента)

Н.А. Заєць, д.т.н., професор
(П.І.Б, науковий ступінь та вчене звання)

КИЇВ-2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
автоматики та робототехнічних
систем ім. акад. І.І. Мартиненка

В.П. Лисенко

2022 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ
(бакалаврської, дипломної)

Долгіх Валерію Вадимовичу

(прізвище, ім'я по-батькові)

Спеціальність: 151- «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Магістерська програма: Комп'ютерно-інтегровані системи управління
технологічними процесами у галузях АПК

Тема магістерської роботи «ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ
СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ
БРОДІННЯ СУСЛА НА ПИВЗАВОДІ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ
КОМПЛЕКСУ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ SIEMENS»,

затверджена наказом ректора НУБІП України від 08.12.2021 року №2067«С»
Термін подання студентом магістерської роботи 28.10.2022 року

Вихідні дані до магістерської роботи: завдання кафедри на виконання
магістерської роботи; нормативні документи по проектуванню об'єктів
автоматизації; матеріали дослідження та аналізу; наукова література з
тематики магістерської роботи.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз процесів пивоваріння як об'єкта автоматизації.
2. Дослідження бродильного чану як об'єкта автоматичного керування.
3. Вибір регулятора та обґрунтування параметрів його налаштувань.
4. Аналіз якості функціонування системи автоматичного керування.
5. Розробка схем системи автоматизації.
6. Розробка засобів візуальної частини.
7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Дата видачі завдання «10» грудня 2021 року

Керівник магістерської роботи _____

(Підпис)

Засць Н.А.

(Прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

(Підпис)

Долгіх В.В.

(Прізвище та ініціали)

Зміст

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ПИВОВАРІННЯ ЯК ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ	7
1.1. Розвиток пивоварних процесів.....	7
1.2. Сировина та її зберігання.....	8
1.3. Опис технології бродіння пива.....	12
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ БРОДИЛЬНОГО ЧАЛУ ЯК ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ	14
2.1. Розробка функціональної схеми автоматизації.....	14
2.2. Розробка та дослідження математичної моделі системи керування температурним режимом.....	16
РОЗДІЛ 3. ВИБІР РЕГУЛЯТОРА ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЙОГО НАЛАШТУВАНЬ	21
3.1. Вибір алгоритму керування.....	21
3.2. Реалізація алгоритму керування.....	23
3.3. Вибір програмно-логічного контролера.....	25
3.3.1 Модуль інтерфейсів.....	26
3.3.2 Давач рівня.....	28
3.3.3 Давач температури.....	30
3.3.4 Давач тиску.....	31
3.3.5 Рефрактометр.....	32
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ	34
4.1 Побудова функціонально-структурної та структурної схеми САК.....	34
4.2 Оцінка показників якості роботи системи керування за умови використання ПД-регулятора.....	35
РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА СХЕМ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ	37
5.1. Розробка схем.....	37
5.2 Вибір виконавчого механізму, апаратів керування і захисту.....	38
5.3 Розрахунок електропроводів і кабелів.....	41
5.4 Розробка загального виду щита управління шкафного типу.....	43
РОЗДІЛ 6. РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ВІЗУАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ	44
6.1 Створення та модифікація програми мікроконтролера.....	44

6.2 Оптимізація інтерфейсів технологів та операторів.....	50
---	----

РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....53

7.1 Служба охорони праці на підприємстві.....	53
---	----

7.2 Вимоги електробезпеки до приміщень з ЕОМ.....	55
---	----

ВИСНОВКИ.....58

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....59	59
--	----

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

НУБІП України

Актуальність теми.

У зв'язку з бурхливим розвитком технічних засобів (мікропроцесорних

пристроїв та ПЕОМ) з'явилась можливість створювати складні системи управління. Переважною тенденцією є впровадження комплексних

автоматизованих ліній, що забезпечують автоматизацію усіх технологічних процесів і створюють єдину діючу систему керування. Такі системи

автоматизації найчастіше складаються у вигляді багатоступневих детермінованих структур, послідовно здійснюючих усі необхідні функції

контролю і керування процесами. Стало реальністю об'єднання управління технічним процесом і управління всім виробництвом в одну загальну систему

управління, яка називається комп'ютерно-інтегрованою системою управління.

Комп'ютерно-інтегроване виробництво можна визначити як єдину систему, яка об'єднує різні підрозділи підприємства з метою отримання мінімальної собівартості і максимального прибутку від реалізації продукції, що випускається.

Пивоваріння — одна з важливих галузей харчової промисловості.

Сучасний стан пивоварної промисловості характеризується використанням прогресивних технологій, обладнання, а також мікропроцесорної техніки та обчислювальної техніки. У той же час, немає комплексного та комплексного

підходу, коли йдеться про управління технологічним процесом виробництва

пива, локальних систем контролю та коригування окремих процесів та інституційних параметрів. Усе це призводить до зниження ефективності

управління виробництвом пивоварні порівняно з вартістю використовуваних ресурсів.

НУБІП України

Дослідження об'єктів управління пивзаводом з позиції дозволить визначити специфіку поведінкових проявів технологічних процесів виробництва пива, що забезпечує розробку ефективних алгоритмів управління на основі сценарного підходу, оптимізації мережі, використання інтелектуальних механізмів та сучасних інформаційних технологій, що безперечно є актуальною науково-технічною проблемою.

Метою роботи є підвищення ефективності пивоварного виробництва шляхом створення автоматизованої системи управління технологічними процесами приготування та бродіння пивного сусла на основі сценарного підходу. Підвищення ефективності роботи на пивоварні, розробка нових технологій, спрямованих на підвищення якості продукції, підвищення ефективності виробництва та економію енергоресурсів.

Об'єктом дослідження є бродильне відділення, а саме - бродильний чан. Основним параметром регулювання є температура в бродильних циліндрах.

Предметом дослідження є дослідження бродильної установки як об'єкта автоматизації та покращення систем автоматичного керування температурою за допомогою технічних засобів автоматизації Siemens.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ПИВОВАРІННЯ ЯК ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

1.1. Розвиток пивоварних процесів

Пиво, як і вино, є одним із найдавніших напоїв. Його історію можна простежити на 5000 років завдяки археологам. Перші згадки про напій зустрічаються в месопотамських хроніках, датованих 2800 до нашої ери.

Висока культура стародавніх народів південної Месопотамії вплинула на сусідні країни і передала накопичений досвід. Все це сприяло поступовому поширенню пивоваріння серед народів Африки, Азії та сучасної Європи. Єгиптяни також були одним із перших народів, які стали варити пиво. Про це можна дізнатися за рельєфами та написами на залишках їх цивілізації близько 2400 р. до н.е. З часом, пивоваріння почало поширюватись на держави південної Європи, а згодом й і у центральні її регіони.

У Європі пиву віддавали перевагу германці, скіфи та кельти. Як і їжу, пиво варили жінки у домашньому господарстві. Адже варіння та випікання хліба вважалося у первісних народів жіночою роботою. Пиво особливо популярне у Чехії та Німеччині. У Середні віки пивоваріння проникло у стіни монастирів і мистецтво пивоваріння удосконалювалося ченцями. Навіть сьогодні в сучасній Німеччині в деяких монастирях збереглися броварні, оснащені за останнім словом техніки.

Пиво, отримане за старовинними технологіями, сильно відрізнялося від сучасного, виготовлялося лише з ячмінного солоду, мало насичений кислуватий смак та характерний запах. Для покращення смаку та аромату в солод стали додавати різні добавки, фрукти та прянощі, але тільки коли у напій почали додавати хміль, напій набув характеристик сучасних варильних продуктів.

Луї Пастера можна вважати основоположником досліджень у галузі пивоваріння. Тому що він першим досліджував і довів, що бродіння є результатом діяльності різних видів мікроорганізмів, і що кінцевий результат залежить від якості та кількості мікроорганізмів. Трохи згодом, в 1883 році, в

Інституті Карлсберга в місті Копенгагені Крістіан Хансен винайшов метод селекції та розмноження чистих штампів дріжджів.

З роками традиційні дерев'яні судини для бродіння стали замінюватись залізними судинами, які легко покривалися пивним камінням. Дерев'яні бочки замінили відкритими ферментерами, а дерев'яні чани - залізними цистернами.

Цей процес у деяких компаніях продовжувався до кінця 20 століття. Поряд із залізом широкого поширення набули такі метали, як алюміній, особливо при будівництві бродильних чанів. З появою легваної нержавіючої сталі та

правильних інструментів для її обробки кращого матеріалу для пивоваріння не знайти. Дерев'яні бочки, які тривалий час використовувалися для перевезення пива, замінили бочками з нержавіючої сталі.

1.2. Сировина та її зберігання

На «Оболонь» зерно перевозять залізничним чи автомобільним транспортом. Усі вагони, що прибувають з ячменем, супроводжуються залізничною накладною та документом про якість ячменю або іншого зерна.

Масу вагонів перевіряють на залізничних терезах.

Якщо пломби цілі та оформлення документів правильне, вагони розкривають, вимірюють температуру в кожному та оцінюють ячмінь за органолептичним показником. Сировинна база підприємства складається з основної та допоміжної сировини.

Основною сировиною є ячмінний солод. Постачальниками ячменю є всі області України, крім південно-східних областей. Орієнтація на підприємства

Київської, Вінницької, Хмельницької, Сумської та Черкаської областей. Пивоварня збирає 31 464 000 тонн ячменю на рік, з них 30 030 тонн солоду та 1 434 тонни пива, переважно ячмінь із Київської області.

Пивоварня «Оболонь» сама виготовляє солод – 37 000 тонн на рік. Солод є основною сировиною у пивоварінні та важливим продуктом підприємства. Його отримують з ячменю, тому що жодне інше зерно не має традиційного смаку та технічних якостей пива.

Передбачувана річна потреба в хмелі становить до 80 тонн, але відповідно до новітніх технологій висушений і пресований хміль у шишках на даний час не використовується. Сьогодні його виробляють у гранулах та екстрактах. Декілька років тому в Україні не було грануляційних заводів. На даний час відповідне обладнання працює в Житомирській області, найбільшому регіоні країни, що хмелепродукує. Також імпортують гранулятор та екстракт хмелю з Німеччини.

Цукор поставляється через Укрцукор/Бартер із українськими цукровими заводами, колгоспами та радгоспами відбувається прямо тут. Річна потреба в цукрі становить 7696,9 тис. тонн, у тому числі 1,8 млн. тонн пива та 5896,9 тис. тонн безалкогольних напоїв.

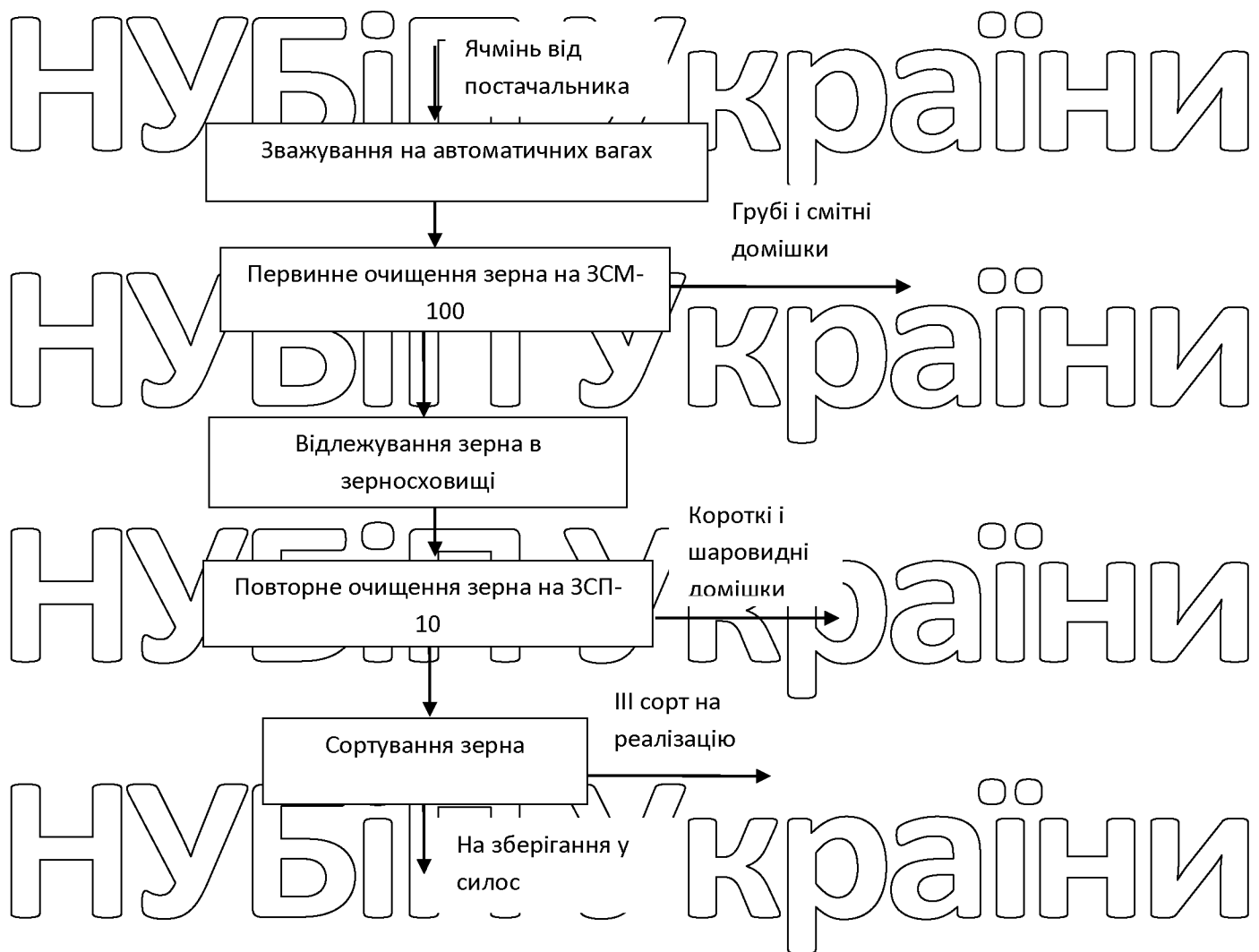


Рис. 1.1 Принципова тех. схема приймання, очищення, сортування та зберігання зерна

Після сортування та промивання зерно зберігається у силосах. Ячмінь не відразу перетворюється на солод. Він повинен зберігатись деякий час перед обробкою. Ячмінь дихає під час зберігання та повинен провітрюватися. Зберігання відбувається у силосах. Є одинарні силоси – 170 т, подвійні – 320 т, силоси 4 та 6-сміностей. Сирий ячмінь не придатний для зберігання і має бути висушений перед зберіганням. Ячмінь, уражений шкідниками, необхідно обробити спеціальним газом для їхнього знищення. При зберіганні вологий ячмінь втрачає схожість і дає поганий солод. Тому ячмінь із вмістом вологи понад

15% слід висушити перед зберіганням. Завдяки сушінню скорочується період дозрівання ячменю.

Зернова сировина зберігається в елеваторі заводу. Елеватор ешелонного типу складається з приймального пристрою, робочої вежі та силосу. Ваги, норія, пневмотранспортери, шайби та пристрої, що відсмоктують, розташовані в робочій вежі.

У робочій вежі зерноеховища передбачено дві лінії переробки зерна. Один перед тим, як ми помістимо його на зберігання, і один, перш ніж ми запустимо його у виробництво.

При первинному промиванні, тобто, обробці, ячмінь промивають у машині ЗСМ-100. Тут зерно очищається від великих та дрібних домішок і за необхідності підсушується за допомогою спеціальних зерносушарок.

Зерна ячменю неоднакові по зростанню та розміру, тому для отримання якісного солоду ячмінь перед замочуванням необхідно ретельно промити, а також відсортувати за розміром.

Таким чином, у ЗСП-10 здійснюється вторинна промивка для відокремлення від зерна короткозерних та сферичних домішок з подальшим довгозернистим і сортуванням промитого ячменю на сорти по крупності.

Зернові домішки поділяються на зернові та сміттєві. Зернові домішки є дрібні пророслі або биті зерна ячменю і зерна інших злаків (пшениці, жита, вівса).

Підстилкові домішки складаються з мінеральних речовин (земля, пісок, пил), органічних речовин (стебла, рисове лушпиння, залишки колосків, пустоцвіти), підстилкових зерен дикоросів та шкідливих рослин (пасма, сажа, осоки).

З технічної погляду на замочування надходять зерна однакового розміру, оскільки важливі такі показники, як однорідність зерна. З цієї причини сортування відбувається у сортувальнику Trier.

Після сортування ячмінь першого та другого сорту прямує у виробництво, а третього сорту – на ринок.

1.3. Опис технології бродіння пива

На пивзаводі "ПРАТ ОБОЛОНЬ" часті культури дріжджів вирощують на спеціальному устаткуванні у стерильному суслі в антисептичних умовах.



Фиг. 1.2 Бродильні циліндри.

Умовами, які забезпечують швидке розведення ЧКД і її високу

зброджувальну здатність є:

- Стабільність температурного режиму;
- Добре аерування;
- Концентрація та рівномірне розподілення дріжджових клітин в середовищі;
- Доливання або передача розведення у великий об'єм при

інтенсивному бродінні, тобто в стадії білих завитків.

Тому після засіву лабораторного розведення циліндр зі стерильним сушлом контролюють за допомогою барботерної мішалки протягом 15 хв. Ця робота проводиться кожну зміну. Контроль процесу всередині бродильного циліндра здійснюється візуально через появу нінопластової шапки та скляної пластини з виділенням CO гідролізного блоку.

На стадії білого завитка вміст циліндра заливують сушлом, після чого щільність сушла при бродінні контролюють за допомогою сахариметра. У той самий час відбір проб здійснюється через висівний фітинг.

Температура сушла систематично контролюється. Температура розведення бруканої ЧКД становить 9-13°C. Небажана зміна на 1°C. Подача крижанної води в сорочку охолодження циліндра для регулювання температури.

Передача розводки ЧКД відбувається з таким розрахунком, щоб в

циліндрах залишилося 10-20 дал. завитків, які знову доливаються стерильним сушлом до постійного об'єму і процес розрідження ЧКД повторюється. Об'єм сушла, яке заливається, не повинен перевищувати об'єм завитків більше як в 1,3 раз.

Кімнатна температура у ферментаційному циліндрі має бути 6-8°C.

Підтримується УВІМК/ВИМКН пристроєм повітряного охолодження.

Під час первинного заповнення апарата - розброджувача сушлом витік сушла задається розрахункова кількість дріжджів.

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ БРОДИЛЬНОГО ЧАНУ ЯК ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

2.1. Розробка функціональної схеми автоматизації

Функціональна схема автоматизації графічно поділена на дві зони.

Верхня частина креслення містить технологічні схеми, а нижня – умовні графічні позначення.

Пристрої та засоби автоматизації зображують на функціональних схемах у розгорнутому вигляді, при цьому кожен пристрій або блок представляють окремим графічним зображенням. У верхній частині зображення (коло, еліпс) наносяться позначення вимірювань та функцій, що виконуються приладом, у порядку розташування зліва направо. Внизу розташовано вимірювальні набори або окремі елементи.

Функціональна схема відображає процеси, що відбуваються в

окремих функціональних колах виробу чи у виробі в цілому. У порівнянні зі структурними схемами ця схема більш детально розкриває функції окремих елементів або пристроїв.

Допускається об'єднання функціональних частин в функціональні

групи. Групи виділено на схемі пунктирними лініями. Кожній обраній групі надається ім'я або правило.

Критерії ефективності систем охолодження ферментів обслуговується ефективністю зміни температури продукту. Пивоварні заводи використовують багато систем для автоматичного регулювання параметрів температури рідини в чані.

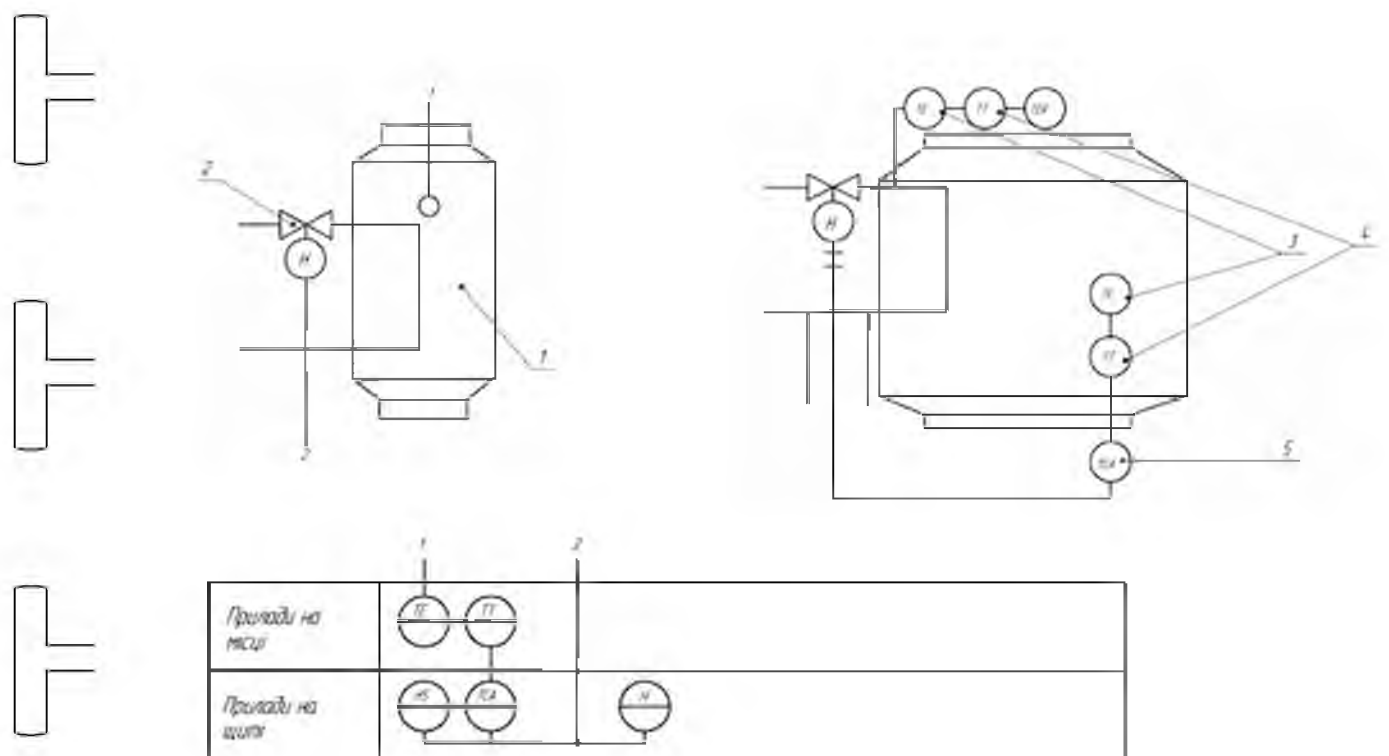


Рис.2.1. Функціональна схема САК температури рідини в чані

Пояснення до функціональної схеми:

TE – датчик температури;

TT – перетворювач температури

TIR – індикація та реєстрація значень температури

TCA – контроль (керування) та оповіщення температури

H – ручне керування

HS – ручний перемикач

НУБІП України

НУБІП України

2.2. Розробка та дослідження математичної моделі системи керування температурним режимом

Створення імітаційної моделі охолоджувача

$$G_m := 8.33310^{-5}$$

$$S_s := 8$$

$$L_b := 0.55$$

$$C_m := 6000$$

$$V_m := 3.5$$

$$S_d := 3.2$$

$$k_{pn} := 1.0$$

$$p_m := 1031$$

$$t_{pp} := 36$$

$$h_s := 0.62$$

$$k_{po} := 0.9$$

$$r_s := 0.2$$

$$t_{pb} := 3$$

$$v_b := 1.09 \cdot 10^{-6}$$

$$L_{ny} := 0.4$$

$$h_{im} := 1400$$

$$G_b := 0.007$$

$$P_{rb} := 12.5$$

$$v_{m1} := 2.4 \cdot 10^{-6}$$

$$dc := 0.002$$

$$h_b := 0.004$$

$$p_b := 990$$

$$u_m := 2.96 \cdot 10^{-5}$$

$$L_c := 203.5$$

$$v_p := S \cdot l_b = 0.036$$

$$G_b := (0.003 \ 0.004 \ 0.005 \ 0.006 \ 0.007)^T$$

$$t_s := \frac{V_p}{G_b} =$$

$$v_s := \frac{h}{t_s} =$$

$$Re_b := \frac{v_s \cdot h}{v_b} =$$

12
9
7.2
6
5.143
0.053
0.069
0.086
0.103
0.121

1.895×10^4
 2.527×10^4
 3.159×10^4
 3.791×10^4
 4.423×10^4

$a_2 := 0.027 \cdot \frac{Lb}{4 \cdot Lb} \cdot Reb^{0.77} \cdot Hrb^{0.4} \cdot k_{pn} =$

НУБІП України

$dek := \sqrt{\frac{4 \cdot Sd}{3.14}} = 2.019$

$wm := 3.142 \cdot r_1 \cdot \frac{Nmi}{60} = 36.633$

НУБІП України

$Rem := \frac{wm \cdot dek}{40 \cdot vm} = 7.705 \times 10^5$

$Prm := \frac{Cm \cdot um}{Lm} = 44.4$

$a_1 := 0.56 \cdot \frac{Lm}{dek} \cdot Rem^{0.66} \cdot Prm^{0.33} \cdot k_{po} = 2.83 \times 10^3$

НУБІП України

$k := \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \frac{dc}{Lc} + \frac{1}{a_2}} =$

НУБІП України

$p \cdot Cb = 4.059 \times 10^6$

$pm \cdot Cm = 6.186 \times 10^6$

НУБІП України

$T_{mf} = \frac{Vn \cdot pm \cdot Cm}{k \cdot F} =$

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

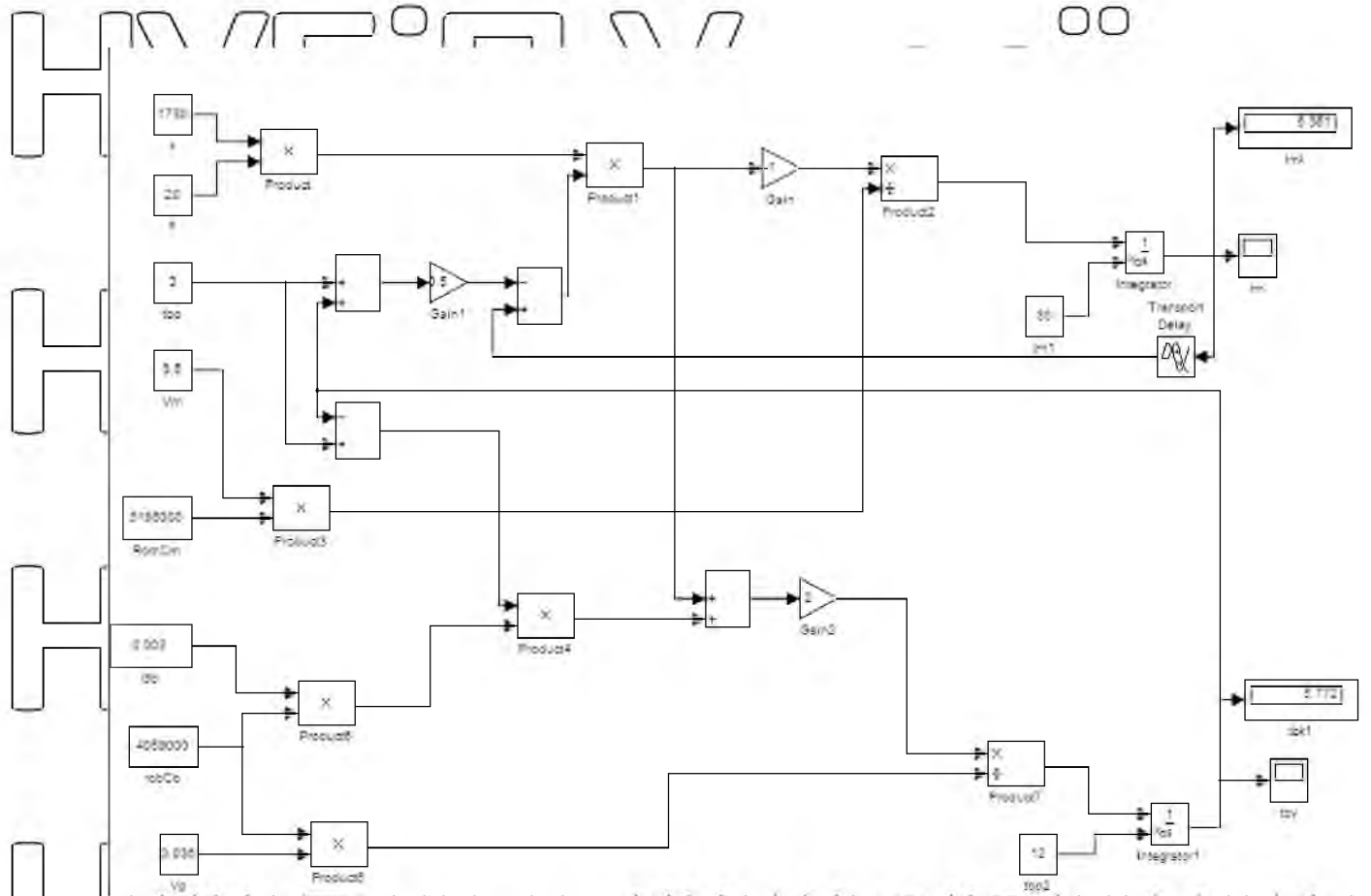


Рис.2.2. Імітаційна модель процесу охолодження суслу в бродильному чані.

Дослідження об'єкта керування

В результаті проведеного імітаційного моделювання отриманий графік перехідного процесу охолодження суслу в часі. При зміні витрат холодної води з $0.003 \cdot 10^{-3}$ до $0.007 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$, $\Delta G_b = 0.001 \text{ м}^3/\text{с}$. Температура суслу через 4000 с.

НУБІП України

роботи охолоджувача зменшилась від 5.361 до 3.621 °C, $\Delta t_m = 1.74$ °C. Таким чином коефіцієнт передачі об'єкта дорівнює:

$$K = \frac{\Delta t_m}{\Delta G_b} = 1.74 \cdot 10^3 \text{ } \ddot{\text{a}}\text{d}\ddot{\text{a}}\text{ä}/(\text{i}^3 / \ddot{\text{n}})$$

Порахуємо значення постійної часу об'єкта по формулі) і транспортного запізнення по формулі. Вони будуть рівними:

$$T = 216.7 \text{ c. i } \tau_t = 22.3 \text{ c.}$$

В результаті отримаємо рівняння передатної функції об'єкта керування по параметру температури охолодженого сусла:

$$W_{oo}(p) = \frac{1.74 \cdot 10^3}{216.7 \cdot p + 1} \cdot e^{-12.3p}$$

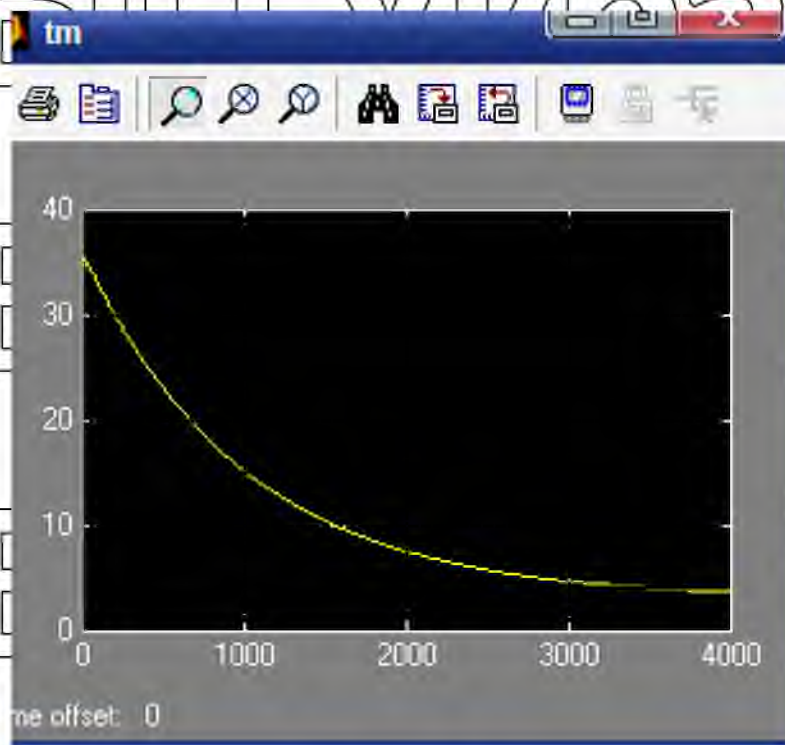


Рис. 2.3. Графік перехідного процесу охолодження сусла

За допомогою розрахункової програми зробленої в MathCad і імітаційної моделі проведемо дослідження впливу збільшення продуктивності насосу холодної води на характеристики об'єкта і температуру охолодженого сусла за заданий час роботи охолоджувача. Вважаємо, що температура холодної води на вході незмінна.

В результаті розрахунків отримано, що зміна витрат охолоджувальної води на охолоджувачі.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3. ВИБІР РЕГУЛЯТОРА ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЙОГО НАЛАШТУВАНЬ

3.1. Вибір алгоритму керування

Використовуючи дані про об'єкт автоматизації – статичні і динамічні характеристики, відомості про збурення, технологічні вимоги до якості регулювання, – можна у кожному конкретному випадку на основі вироблених практикою критеріїв визначити алгоритм керування і вибрати тип регулятора.

Вибір цей є попереднім, а кінцевий висновок про стійкість системи об'єкт – регулятор і точність регулювання роблять на основі подальших розрахунків.

При виборі типу регулятора рекомендується орієнтуватися на

величину відношення запізнення до постійної часу об'єкта $\frac{\tau_{ov}}{T_{ov}}$.

• Якщо $\frac{\tau_{ov}}{T_{ov}} < 0,2$, перевагу віддають позиційному (репейному)

алгоритму керування, але можливе використання і неперервного алгоритму. Рішення приймається в залежності від технологічних вимог до процесу керування.

• Якщо $0,2 < \frac{\tau_{ov}}{T_{ov}} < 1,0$, перевагу віддають неперервному або цифровому алгоритму керування (П-, ПІ- або ПІД-алгоритм)

• Якщо $\frac{\tau_{ov}}{T_{ov}} > 1,0$, вибирають спеціальний цифровий регулятор з екстраполятором, який компенсує запізнення в контурі керування.

$\frac{\tau}{T} = \frac{22,3}{205} = 0,109 \approx 0,2$

Тому вибираємо обираємо ПІД алгоритм керування. Відомо, що перехідний процес в САК характеризується часом регулювання t_p , перерегулюванням σ максимальним динамічним відхиленням y_1 та статичною похибкою. При використанні різноманітних алгоритмів керування для одного і того ж об'єкту не вдається добитися одночасної мінімізації відомих показників.

Визначення алгоритму керування за динамічним коефіцієнтом регулювання:

Динамічний коефіцієнт регулювання дає змогу вибрати найкращий алгоритм для об'єкта керування.

1. Визначаємо динамічний коефіцієнт регулювання R_d .

Так як об'єкт статичний:

Для каналу регулювання за температурою:

$$R_d = \frac{y_1}{K_0 \cdot U_{max}} = \frac{3}{0,109 \cdot 50} = 0,55,$$

де y_1 - максимальне динамічне відхилення; K_0 - коефіцієнт передачі об'єкта керування; U_{max} - максимально можливе значення збурення по навантаженню (береться у відсотках переміщення регулювального органа).

Об'єкт має аперіодичний перехідний процес.

2. Із графічної залежності обираємо алгоритм керування:

НУБІП України

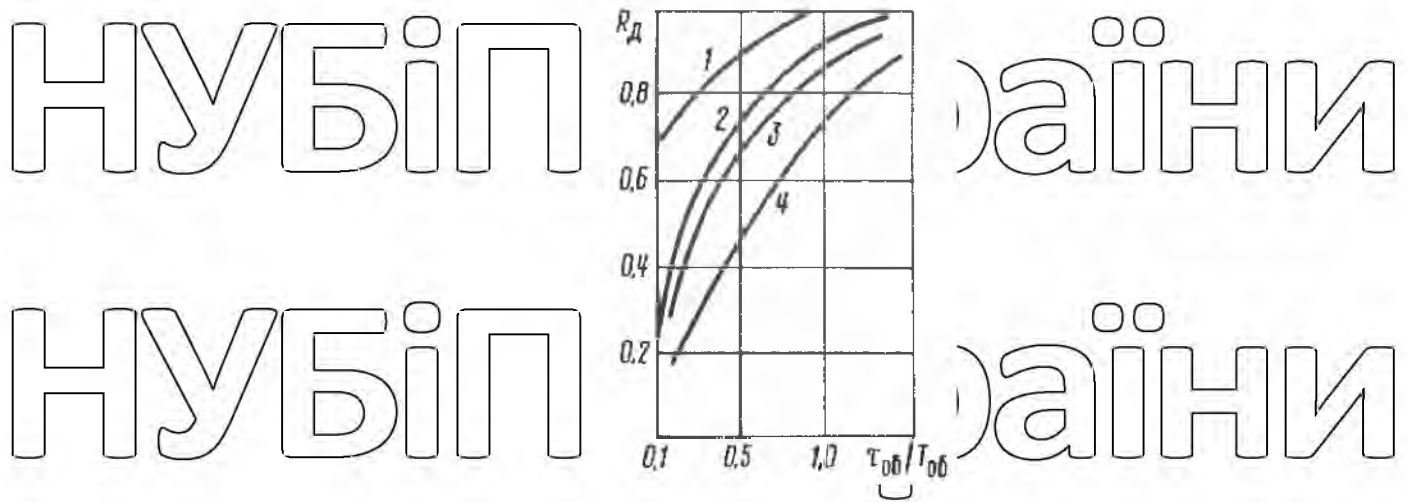


Рис. 3.3. Залежність динамічного коефіцієнта регулювання від

динамічних властивостей об'єкта керування для типового аперіодичного перехідного процесу:

1 – П-алгоритм керування, 2 – І-алгоритм керування, 3 – ПІ-алгоритм керування, 4 – ПІД-алгоритм керування

Для даного об'єкта обираємо ПІД алгоритм керування.

3. Перевіряємо, чи забезпечить даний алгоритм керування заданий час регулювання:

$$t = \psi \tau,$$

де ψ – відносний час регулювання.

Для ПІД закону регулювання $\psi = 5,5$, тоді $t = 5,5 \times 22,3 = 122,65$ с.

Видно, що $122,65$ с $<$ 380 с. Отже, ПІД закон регулювання здатен забезпечити заданий час регулювання.

3.2. Реалізація алгоритму керування

При бродінні, технолог не бачить, що відбувається всередині циліндроконічного танка. Тому потрібно застосувати прилади з допомогою яких можна дослідити та регулювати внутрішні процеси.

До таких приладів відносяться :

- давачі температури;
- давачі рівня;
- давачі тиску;

- давачі густини пивного суслу – рефрактометри.

Для сталі бродіння та глибокого охолодження потрібно точно дотримуватись заданого температурного режиму, і як наслідок, точної фіксації температури. Показники повинні триматись в межах 9-10 градусів, при меншій температурі процеси протікатимуть надто повільно, що призведе до небажаних результатів у вигляді нетипового та смаку в кінцевому продукті. При температурі вище 11 градусів Цельсія, спостерігається ріст мікробіології, що приведе до врат на виробництві.

Під час проходження процесів бродіння в танку появляються значні турбулентні потоки та зв'язані з ними температурні коливання, тому нижній та верхні третині танку встановлюються датчики температури.

Дуже важливий контроль рівня в циліндроконічному танку, який здійснюється з допомогою давачів рівня. Кожен танк обладнаний датчиком нижнього та верхнього рівня, які запобігають від перенаповненні, або ж спрацьовується при викачуванні молодого пива з танку. Якщо закачування не зупиниться при максимально допустимому рівня, то в танку не залишиться вільного місця для для підйому завитків в суслі. В результаті піна виходитиме через арматуру куполу ЦКТ та вертикальний трубопровід та забруднить всю установку. Водночас, якщо з танку сусло буде повністю викачане, за ним буде втягуватись повітря, що нанесе шкоди пиву. Датчик нижнього рівня важливий також і для мийки.

НУБІП України

3.3. Вибір програмно-логічного контролера

Під час вибору контролера потрібно керуватися наступними факторами:

- Умови експлуатації – степінь захисту контролера повинна бути не менше ніж IP54;
- Комунікаційні можливості – можливість зв'язку як і з датчиками так і з комп'ютером операторів;
- Характеристики модулів вводу-виводу. Для нашого технологічного процесу потрібно підключати датчики як і дискретні так і аналогові (4-20мА);
- Характеристика процесора – потрібно сучасний процесор з високою частотою та малим часом обробки операцій;
- Температура експлуатації від 5°C до 55°C.
- Наявність в контролері таймерів реального часу.

Під час порівняння контролерів, що підходять по параметрах, таких виробників як: Siemens, Hitachi, Emerson, Phoenix Contact, Advantech, Honeywell, зупинимо вибір на Siemens S7-300. Окрім великої кількості позитивних відгуків в мережі, та високу надійність, цей пристрій набув широкого використання на різних підприємствах.

SIMATIC S7-300, та його модифікації, це – модульні програмовані контролери, що призначені для створення систем автоматизації дуже різних ступенів складності.

Його, скажемо так, універсальність в тому що, можна використовувати дещо різні типи центрального процесора, що має різні параметри, та різні

додаткові модулі, що призначені конкретно під якусь задачу, це такі як дискретні та аналогові сигнали, функціональні модулі комунікаційних процесорів.

Для нашого процесу управління оптимальним є процесор CPU 315 PN DP, на рисунку 3.4, що призначений для застосування у системах з швидкісною обробкою даних та управління середнього ступеня складності.

Блок живлення, PS 307, є модульним та досить універсальним, він забезпечує можливість живлення контролера від мережі змінного струму – 120 / 230В та постійного струму – 24/48/60 / 110В.



Рис.3.4 Процесор CPU 315-2

3.3.1 Модуль інтерфейсів

Модуль інтерфейсів ET-200 SP, – універсальна модульна станція для систем розподіленого вводу-виводу на основі мереж PROFINET IO зі швидкістю обміну даними 100 Мбіт/с. Багатофункціональна станція ET200SP являється модульною конструкцією і орієнтована на застосування в системах розподіленого вводу та виводу даних різного призначення. Модульна конструкція дозволяє адаптувати станцію до вимог вирішуваних завдань в відмінних галузях виробництва у промисловості

НУБІП України

Для нашого технологічного процесу необхідно використовувати наступні

блоки вводу-виводу:

– Карта дискретних входів x16 1шт;
– Карта дискретних виходів x16 1шт;

– Карта аналогових входів x4 2шт;

– Карта аналогових виходів x4 2шт;

Кількість вказана з розрахунком резерву для можливості ймовірних додаткових підключень. Базові блоки зображені на рисунку 3.5.



Рис. 3.5 Базові блоки вводу виводу сигналів ET 200 SP

3.3.2 Давач рівня

При виборі давачів, для системи автоматизації контролю та регулювання керуємось наступними параметрами:

- Діапазоном та точністю вимірювання контрольованих параметрів;
- Умовами роботи.

Давач рівня - первинний польовий прилад в системах автоматизації. Існує безліч датчиків рівня, що вимірюють різні фізичні величини. Спочатку за часів становлення промислової автоматики найбільш доступним була сигналізація рівня рідин.

Давачі рівня для відмінних речовин розділяться на датчики рівня для рідини і датчики рівня для сипучих матеріалів. За своїми функціональними можливостями бувають сигналізатори рівня і рівневимірювачі або перетворювачі рівня, що здійснюють безперервний моніторинг за рівнем.

Для роботи в різних середовищах використовують контактні і безконтактні типи давачів. У відповідності до будови корпусу і методу проведення вимірювань, вимірювачі можуть встановлюватися безпосередньо в корпус чанів чи трубопроводів, або ж монтуватися безпосередньо над самим об'єктом.

Давачі рівня застосовуються у всіх галузях промислового виробництва, що працюють з рідкими, сипучими, та іншими матеріалами.

Різні види датчиків розраховані на роботу в різних умовах зовнішнього середовища та з різним вимірюваним продуктом в різних промислових галузях. На сьогоднішній день спектр використовуваних фізичних принципів доволі широкий, тому сьогодні існує безліч видів приладів визначення рівня загального призначення, але різних за принципом роботи, що дозволяє підібрати під кожну конкретну задачу, найкраще вирішення.

Зважаючи на вищесказане, для контролю рівня в ЦКТ використовуватимемо прилад, емнісного типу Від компанії IFM Electronic, LMT 202, зображено на рисунку 3.6. Датчики цього виробника відрізняються своєю довговічністю, набором функцій, та ціною нижчою за конкурентів. Також він повністю відповідає всім параметрам та вимогам для роботи в харчовій промисловості.

Обраний датчик має наступні параметри:

- тип давача – цифровий;
- кількість цифрових виходів 2;
- динаміка реакції <math>< 0.5\text{c}</math>;
- монтажна довжина 20 мм;
- межа міцності 40 bar;
- робоча напруга 18-32DC;
- температура зовнішнього середовища -25-80°C;
- IO-Link.



Рис.3.6 Давач рівня LMT 202

3.3.3 Давач температури

При виборі датчика температури важливо враховувати принцип роботи, тип та конструктивні особливості. Діапазони вимірювань та умови роботи можуть бути зовсім різними, тому існують відмінності щодо точності, стабільності, швидкодії та чутливих факторів. Однак, незалежно від типу датчика температури, принцип перетворення у всіх однаковий. Температура довкілля перетворюється на електричний струм. Це дозволяє передавати сигнали на великі відстані, швидко отримувати та обробляти їх, забезпечуючи високу точність вимірювань та швидкість роботи.

Обрано давач TA2542 від Ifm Electronic, зображено на рисунку 3.7, призначений для рідких та газоподібних середовищ, з наступними характеристиками:

- діапазон вимірювань від -50 до 200°C;
- аналоговий вихід 4-20 mA;
- точність аналогового виходу $\pm 0,1\%$;
- динаміка реакції $< 0.5\text{c}$;
- монтажна довжина 150мм;
- межа міцності – 160 bar;
- робоча напруга 18-32DC;
- температура зовнішнього роботи -25-80°C;
- IO-Link.

Також цей перетворювач має багато добрих властивостей. Асептична конструкція дозволяє використовувати його у харчовій промисловості. Матеріал: сталь 316L. Вихідний аналоговий сигнал можна налаштувати для бажаного діапазону температур, що підвищує точність. Він також має захист від перенапруги та короткого замикання.



Рис 3.8 Температурний перетворювач ТД2542

3.3.4 Давач тиску

Для вимірювання значення тиску всередині бака вибираємо датчик тиску того ж виробника моделі РМ1607, показаний на малюнку 3.9. Чутливий елемент, аналогічний температурному за санітарними властивостями і є основним матеріалом виконання, керамічний емнісного типу. Він охоплює в'язкість частинок, рідин та газоподібних середовищ. Деякі функції датчика включають:

- діапазон вимірювань від -0,05 до 1 bar;
- максимальне значення тиску
- аналоговий вихід 4-20 мА;
- точність аналогового виходу $\pm 0,1\%$;
- динаміка реакції;
- межа міцності - 10 bar;
- робоча напруга 18-32DC;
- температура зовнішнього середовища -25-80°C;
- IO-Link.

Також, як і в попередньому датчику температури, присутні захисти від переполюсовування, перевантаження по струму та живленні. Спеціально для роботи в харчовій промисловості відсутні застійні зони рідини в лавача.



Рис.3.9 Перетворювач тиску РМ1607

3.3.5 Рефрактометр

Одним із найважливіших параметрів управління сушом є його щільність. Оскільки виміри раніше проводилися вручну за допомогою аерометра, було ухвалено рішення використовувати електронний аерометр-рефрактометр, зображений на рисунку 3.10.



Рис.3.10 Рефрактометр

НУБІП України

Рефрактометр - це прилад, який вимірює показник заломлення світла в середовищі. У такий спосіб можна проводити кількісний та структурний аналіз

хімічних сполук, їх ідентифікацію та визначення фізико-хімічних параметрів речовин. У цьому випадку використовуються датчики для визначення густини

НУБІП України

сусла та характеристики ступеня ферментації сусла. Тому для цих потреб обрано рефрактометр АТАГО СМ СМ-800α-Plato, що має наступні характеристики:

- Діапазон вимірювання Plato (W/W) : 0.0 ~ 30.0%;
- мінімальне значення вимірювання Plato (W/W) : ±0.2%;

НУБІП України

- аналоговий вихід від 4 до 20 mA;
- живлення 24 VDC [26].

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

4.1 Побудова функціонально-структурної та структурної схеми САК

Для САК в терморегульованих виробничих процесах, крім інформації про бажаний стан ОК, доступна інформація про поточний стан ОК. Даного обсягу інформації для формування керуючого впливу достатній для реалізації замкнутого принципу управління. Тому саме цей принцип є основою виготовлення пари базових конструкцій, розроблювальної САК.

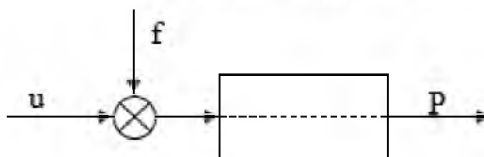


Рис. 4.1 Структурна схема процесу керування подачі води для підтримання температурного режиму об'єкта регулювання:

u – положення селекторної заслінки на входному патрубку калорифера f – вектор неконтрольованих збурень. P_T – тиск у середньому циліндрі.

Структурна схема САК базової структури наведена на рис. 3.2.2.

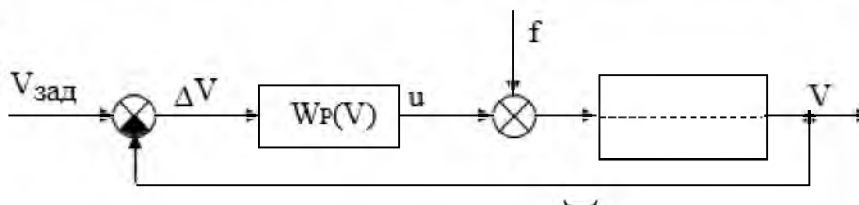


Рис. 4.2 Структурна схема САК подання води в калорифер.

НУБІП України

4.2 Оцінка показників якості роботи системи керування за умови використання ПІД-регулятора

Для визначення показників якості роботи системи використаємо програму моделювання Simulink у середовищі Matlab.

Імітаційна модель САК температурним режимом бродильного танку зображена на рис. 4.3, а графік перехідного процесу системи керування на рис. 4.4.

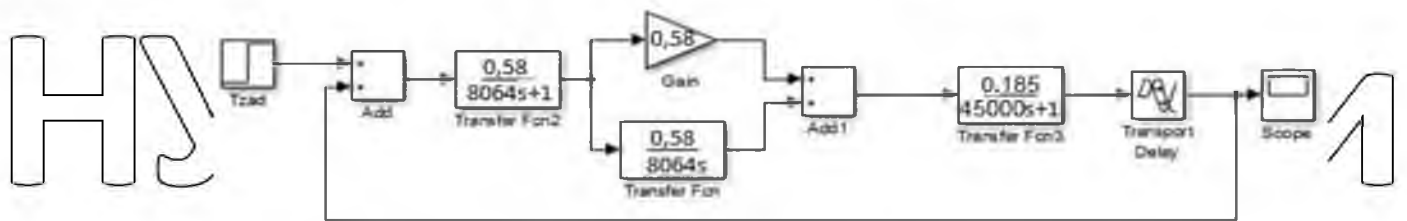


Рис. 4.3 Імітаційна модель САК температурним режимом бродильного циліндра

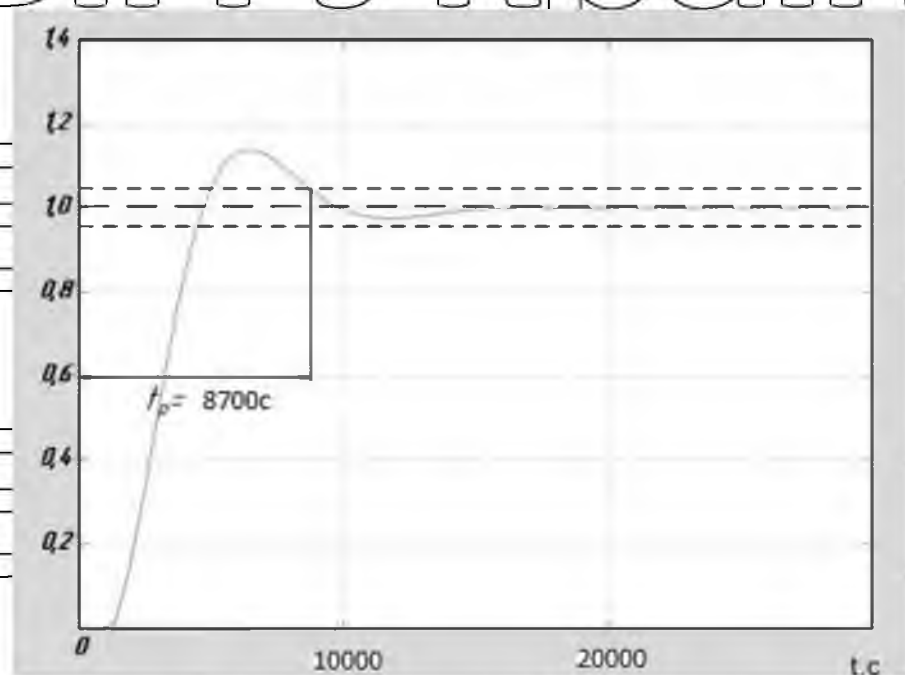


Рис. 4.4 Графік перехідного процесу САК температурним режимом бродильного циліндра з ПІД-регулятором.

В рис. 4.4 видно, що система має прийнятні показники якості:

$$\sigma = \frac{h(t)_{\max} - h(t)_{\text{срн}}}{h(t)_{\text{срн}}} \cdot 100\% = \frac{1,16 - 1,00}{1,00} \cdot 100\% = 16\%$$

- перерегулювання;

- коливальність $\pi = 1$;

- час регулювання $t_{\text{рег}} = 8700 \text{ с}$;

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА СХЕМ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

НУБІП України

5.1. Розробка схем

За завданням для виконання магістерської роботи необхідно

використовувати комплекс технічних засобів фірми Сіменс, згідно з розробленою функціональною схемою автоматизації систем управління використовувати комплект проектної документації для управління. Розроблено систему, що включає такі документи::

- Принципову електричну схему контролю і управління;
- Принципову електричну схему з'єднань.
- Загальний вид щита.
- Схему зовнішніх проводок.
- Монтажна схема щита оператора зі схемою підключення зовнішніх проводок.

Контролери даної фірми серії SIMATIC S7-300/400 призначені для організації взаємодії між обчислювальною системою і датчиками безперервних і дискретних параметрів, а також для видачі керуючих впливів на виконавчі механізми.

Модулі забезпечують виконання таких основних функцій:

- прийом і дешифрацію команд по каналу PROFIBUS-DP; Ethernet.
- введення й нормалізацію аналогових сигналів (струм, напруга)(SM 331-7KF02-0AB0);
- опитування стану дискретних входів/виходів (SIEMENS 6ES7322-1BH01-0AA0);
- виводи аналогових сигналів управління(SM 332-5HD01-0AB0);

Взаємодія контролера і комп'ютера здійснюється за допомогою інтерфейсного зв'язку.



Для керування приміщенням виробництва пари використовується IBM PC-сумісний комп'ютер, на якому встановлена SCADA-система «Simatic PCS7», призначена для оперативного контролю, керування, сигналізації та реєстрації параметрів у приміщенні. Також можлива передача даних на віддалені комп'ютери організованими локальними мережами..

5.2 Вибір виконавчого механізму, апаратів керування і захисту

Пристрої керування та захисту електроустаткування повинні відповідати вимогам.

Вибраний тип двигуна для подачі рідини в ферментер AIP200L83, який зображений на рис. 4.2.1, технічні характеристики якого показані в табл.4.2.1



Рис 5.2 Зовнішній вигляд двигуна AIP200L8

Таблиця 4.1

Технічні характеристики електродвигуна AIP200L8

Параметр		Значення
Типорозмір двигуна		AIP200L8
Потужність	P	22 кВт
Частота обертання умовна (фактична)	n	750 (730) об/хв
Напруга (Δ/Y)	U	380/660 В
Сила струму	I	48,9 А
ККД	η	90,5%
Коефіцієнт потужності	cos ϕ	0,78
Співвідношення крутних моментів	M_{max}/M_n	1,9
Співвідношення крутних моментів	M_{max}/M_{sc}	2,0
Співвідношення струмів	I_{sc}/I_n	6,6
Момент інерції	J	0,3500 кг·м ²
Рівень шуму	L	73 дБ(А)
Вага	m	225 кг



Рис. 5.3 Автоматичний вимикач DG 63 3P C 40A

Дані вибраного автоматичного вимикача DG 633PC 40A

НУБІП України

$$U_{\text{ном.авт.}} = 380\text{В};$$

$$I_{\text{ном.авт.}} = 4\text{А};$$

НУБІП України

$$I_{\text{макс.}} = I_{\text{пуск}} = K \cdot I_{\text{ном.дв.}} = 6 \cdot 3,25 = 19,5\text{А};$$

$$I_{\text{тр.}} = 5 \cdot I_{\text{ном.авт.}} = 5 \cdot 4 = 20\text{А}; \quad I_{\text{сл.маг}}$$

$$= K_i \cdot I_{\text{ном.авт.}} = 10 \cdot 4 = 40\text{А}.$$

НУБІП України

Перевірка умов вибору:

$$1) \quad U_{\text{ном.авт.}} = 380\text{В} = U_{\text{мер.}} = 380\text{В};$$

$$2) \quad I_{\text{ном.авт.}} = 4\text{А} > I_{\text{ном.дв.}} = 3,25\text{А};$$

НУБІП України

$$3) \quad I_{\text{тр.}} = 20\text{А} > I_{\text{ном.дв.}} = 3,25\text{А};$$

$$4) \quad I_{\text{сл.маг}} = 40\text{А} > I_{\text{макс.}} = 19,5\text{А}.$$

За конструкцією автоматичний вимикач 3-х полюсний, та має комбінований розчіплювач. Ступінь захисту оболонки вимикача- IP20.

НУБІП України

Для дистанційного керування роботою двигуна вибираємо магнітний пускач ПМЛ 5100Б, виконуючи такі умови вибору:

НУБІП України



Рис 4.2.3. Магнітний пускач

НУБІП України

1) $U_{\text{пуск}} \geq U_{\text{мереж}};$
 2) $I_{\text{ном.пуск}} \geq I_{\text{ном.дв.}};$

3) $I_{\text{ном.пуск}} \geq \frac{I_{\text{дв.пуск}}}{6}.$

У наведених формулах:

$U_{\text{пуск}}$ — номінальна напруга пускача, В;
 $I_{\text{ном.пуск}}$ — номінальний струм пускача, А;
 $I_{\text{дв.пуск}} = I_{\text{макс.}} = 15,3A.$

Перевіримо умови вибору:
 1) $U_{\text{пуск}} = 380\text{В} = U_{\text{мереж}} = 380\text{В};$

2) $I_{\text{ном.пуск}} = 9\text{А} > I_{\text{ном.дв.}} = 3,25\text{А};$ 3) $I_{\text{ном.пуск}} \geq 19,5/6 = 3,25\text{А}.$

Пускач без теплового реле, неперевершений, ступінь захисту IP20;

Отже, умови вибору виконуються.

5.3 Розрахунок електропроводів і кабелів

Силові ланцюги виконують в основному кабелями АПВГ, АВВГ, АВРГ, ВРГ, АНРГ, ВРБ, АВРБ, Апсвг або проводами АПВ, АПВР, АПРТО.

Мережі управління виконують контрольними кабелями АКНРГ, АКСРГ, Акпсвг, проводами АПВ, АПРВ, АПРТО. Для ланцюгів вимірювання використовують кабелі і дроти аналогічних марок, але з мідними жилами.

У мережах напругою до 1000 В перетини провідників вибирають:

а) По нагріванню розрахунковим струмом, що допускається, користуючись рівнянням

$$k_1 k_t I_d - I_p$$

де: k_1 – поправочний коефіцієнт на число кабелів, лежачих поряд, $k_1 = 1.0$;

k_t – поправочний коефіцієнт на фактичну температуру середовища, $k_t = 1.0$;

I_d – струм, що тривало допускається, на провідник;

I_p – розрахунковий струм в провіднику ($I_p = 1.25 I_n$ при прокладці у вибухонебезпечних приміщеннях класу В – ІІа, в решті випадків $I_p = I_n$).

б) За умовами захисту перетину апаратом захисту, користуючись рівнянням

$$k_1 k_t I_d - k_{зз} I_{з}$$

де: $k_{зз}$ – коефіцієнт захисту ($k_{зз} = 1.0$ при захисті автоматами з тепловим або комбінованим расцепителем; $k_{зз} = 1.25$ при захисті автоматами з електромагнітним расцепителем);

$I_{з}$ – номінальний струм або струм захисного апарату. Для автоматів з тепловим або комбінованим расцеплювачем за величину $I_{з}$ слід приймати номінальний струм расцеплювача; за наявності тільки електромагнітного расцеплювача струм $I_{з}$ рівний струму спрацьовування електромагнітного расцеплювача.

По втраті напруги. Для мережі, що живить одиночний двигун втрату напруги (В) знаходять по формулі:

НУБІП України

$$I_{\text{огв}} = (P_n \cdot 10^3) / (U_n \cdot \eta_n)$$

Де: P_n – номінальна потужність електродвигуна, кВт;

R_0 – опір одного кілометра лінії, Ом/км.;

l – довжина лінії від РП до електродвигуна, км.; визначаємо за планом приміщення з обліком висотою поверхів;

$$U_n = 380 \text{ В};$$

η_n – ККД електродвигуна.

НУБІП України

За допомогою наведених вище розрахунків обчислюємо пряму лінію від РП до електродвигунів норії серії 4A100L4 з номінальною потужністю 3,97 кВт, з номінальним струмом – 8,60 А, кратністю пускового струму -6.

$$I_p = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 8,60 = 8,60$$

Слід вибрати кабель із струмом, що тривало допускається, на провідник Ід-а.

НУБІП України

5.4 Розробка загального виду щита управління шкафного типу

Щит управління є плоским листом металу з отворами для встановлення кнопок і перемикачів управління. Кількість і призначення органів управління визначається за принциповою електричною схемою. Послідовність органів управління підпорядковується логіці управляючих дій оператора. Вибір маршруту, пуск і стоп сигналізації, пуск і стоп маршруту, вибір і управління засувкою, перевірка ламп сигналізації і так далі.

За моїм завданням розробки, панель управління має шафний тип який розроблений в одному документі – загальному виді щита.

НУБІП України

РОЗДІЛ 6. РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ВІЗУАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ

6.1 Створення та модифікація програми мікроконтролера

Контролер програмується за допомогою програмного пакету SIMATIC STEP 7-TIA Portal. Зображено на рисунку 6.1.

За допомогою цих програм виконуються всі завдання, пов'язані зі створенням та обслуговуванням систем автоматизації для контролерів серії 300.

Першим кроком є створення програми контролера. ПЛК - це мікропроцесорний пристрій, що широко використовується в промисловості для управління технологічними процесами. Основний принцип його роботи - опитування датчиків та збирання сигналів, обробка за програмою оператора з вихідним керуючим сигналом.



Рис.6.1 Середовище розробки

Вся робота над проектом виконується у STEP 7 – SIMATIC Manager. Це дозволить виконати повне налаштування ПЛК, його мережі та з'єднань (NetPro, HWConfig). При побудові середовища вкажіть використовуване обладнання, наприклад номер моделі та версію плати обладнання, поділ модулів, конфігурацію підключення, мережу та налаштування системи

вводу-виводу. Система перевіряє правильність налаштування, використання та підключення компонентів та видає інформацію про помилки у разі помилок або не співпадання. Конфігурація завершується завантаженням вибраної конфігурації в контролер, яку можна розглядати як

апаратну конфігурацію. Завдяки можливостям програми можна виявити помилки, допущені при налаштуванні або неправильному підключенні та встановленні пристроїв.

Програми пишуться в редакторах, які підтримують такі мови програмування. Також їх поверхневе порівняння зображено на рисунку 6.2:

- FBD - мова функціональних блокових діаграм;
- LAD - мова релейно-контактної логіки;
- STL - мова списку інструкцій.

Окрім трьох основних мов програмування існують й додаткові, але вони не включені в стандартний набір програми:

- SCL - структурована мова, синтаксис наблизений до мови програмування C;
- GRAPH 7 - мова керування послідовністю тех. процесів;
- HiGraph 7 - мова керування на основі станів графу системи;
- SFC - мова діаграм станів.



Рис. 6.2 Порівняння мов програмування

Онлайн-режим програми дозволяє вам налагоджувати своє програмне забезпечення та шукати несправності та помилки у підключеному обладнанні, незалежно від вибраної вами мови програмування. За допомогою STEP 7 можна створювати проекти, що містять щодино-машинні інтерфейси, такі як панелі оператора. Використовуйте програмне забезпечення ProTool для програмування та WinCC Flexible або WinCC для старіших версій Panel PC. Автоматичне зв'язування проектів контролера та оператора спрощує інтеграцію проектів HMI у проекти STEP 7, прискорює програмування та дозволяє уникнути помилок, пов'язаних із використанням кількох різних програм.

Вибір ПК для оператора. Пульт управління знаходиться в операторній, оскільки комунікаційні можливості контролера не дозволяють розмістити його безпосередньо у бродильному відділенні. Завдяки цій характеристиці немає необхідності купувати спеціалізований ПК промислового зразка із захистом від пилу, бризок та вібрації, але все ж таки необхідно звертати увагу на характеристики центрального та відео процесорів.

Завдяки широкому вибору комп'ютерів Dell OptiPlex 3060 MFF є панеллю управління спеціаліста з ферментації пива. Головною перевагою перед конкурентами є співвідношення ціна-якість. Станція оснащена процесором Intel i3 8 покоління. Нові 4 ядра з тактовою частотою 3,1 ГГц та 4 потоки розраховують теплоспоживання процесора в межах 35 Вт, тому ви можете легко призначати та виконувати поставлені перед ним вимоги та завдання, без сильного нагрівання. Швидкодію ПК забезпечує швидка оперативна пам'ять DDR4-2666 МГц, об'єм 8 ГБ.

Інтерфейси системи та програмних засобів реалізовані на РК-моніторі HP Compaq LE171. Ці пристрої є нішевыми, надійними, якісними та видають якісні зображення, оптимальні для людського зору за яскравістю та контрастністю. Має корекцію кольорів і численні налаштування яскравості і колірної охоплення. Розширення екрану HD для роботи з програмами Simatic S7.

Контролер підключається до мережі за допомогою карти мережі через свій LAN-порт. Дані також зберігаються на твердотільному накопичувачі ємністю 128 ГБ. Зважаючи на важливість прогнозування перебоїв у роботі електромережі, ми реалізуємо резервне джерело живлення для нашого ПК на базі імпульсного блоку живлення APC Back-UPS 650 VA (U) підвищуємо надійність управління системою з цим джерелом безперебійного живлення.

Наступним кроком є створення програми на основі програмного та апаратного забезпечення. Перед процесом програмування нам потрібно налаштувати контролер. Це означає, що вибране обладнання має бути правильно налаштоване. Це робиться за допомогою програми Simatic S7 Manager., зображено на рисунку 6.3.

Slot	Module	Order number	Firmware	MPI address	I address	Q address	Comment
1							
2	CPU 315-2 PN/DP	6ES7 315-2EH14-0AB0	V3.2				
X1	MPI/DP				2047*		
X2	PN-IO				2046*		
X2 P1 R	Port 1				2045*		
X2 P2 R	Port 2				2044*		
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							

Рис.6.3 Інтерфейси та з'єднання контролера

При цьому показані всі компоненти та з'єднання, з якими взаємодіє контролер. Інтерфейс контролера налаштований. Після цього необхідно акуратно зробити всі підключення та ввести інтерфейсний модуль та параметри введення/виводу (серія, модель, номер версії тощо). Це пов'язано з тим, що будь-яка помилка перешкодить роботі пристрою, показано на рисунку 6.4.

Slot	Module	Order number	I Address	Q Address	Diagnostic Address	Comment	Access
0	IM155-6PN-ST-V4.1-1	6ES7 155-6AU01-0BND			1960*		Full
X1	PN-IO				1959*		Full
X1 P1 R	Port 1 R/I45	6ES7 193-6AR00-0AA0			1968*		Full
X1 P2 R	Port 2 R/I45	6ES7 193-6AR00-0AA0			1967*		Full
1	DI16 x 24VDC ST V0.0	6ES7 131-6BH01-0BA0	84.0	85.7			Full
2	DQ16 x 24VDC/0.5A ST V0*	6ES7 132-6BH01-0BA0		84.0 - 85.7			Full
3	AI4 x U/I ST V2.0	6ES7 134-6HD01-0BA1	448	455			Full
4	AI4 x U/I ST V2.0	6ES7 134-6HD01-0BA1	456	463			Full
5	AI4 x U/I ST V2.0	6ES7 134-6HD01-0BA1	464	471			Full
6	Server module V1.1	6ES7 193-6PA00-0AA0			1948*		Full
7							

Рис.6.4 Створення конфігурації модулів

Після виконання всіх перерахованих вище операцій приступаємо до створення програми контролера. Кожне завдання створює власний функціональний блок і блок даних. Ці елементи відповідають виконанню алгоритмічних кроків програми, а блоки даних зберігають дані, необхідні алгоритмі і кроків виконання. Крім того, функціональні блоки організують роботу елементів системи, що беруть участь у поточному алгоритмі.

Програми написані взаємозамінними мовами програмування FBD і STL, що дозволяє використовувати численні можливості програмування даної серії та типу контролера.

Вся програма поділена на спеціальні блоки коду, які називаються Network. Кожен містить частину коду, що відповідає за певну категорію завдань на кожному кроці.

Також за допомогою програми TIA-Portal створимо та налаштуємо інтерфейс оператора, налаштуємо підключення та необхідні параметри роботи.

Ця програма стежить за температурою верхнього та нижнього рівнів, тиском у системі та щільністю молодого пива. Створене програмне забезпечення контролю та керування повинно регулювати температуру вмісту резервуара, регулюючи роботу насоса, що охолоджує.

Кожен сорт пива має свій температурний режим бродіння та свою щільність кінцевого продукту основного бродіння. Оператор може задавати температурні режими та межі щільності. Також можливість роботи у повністю автоматичному та напівавтоматичному режимах.

Крім того, в залежності від виду продукту контроль концентрації здійснюється за допомогою рефрактометра. Як тільки досягається позначка 4,5% або нижче, система починає перекачувати продукт у лагерний відсік для ферментації. За допомогою цього програмного забезпечення також було створено запис у журналі збору даних від ЦКТ про температуру суслу та його щільність (рис. 6.5).

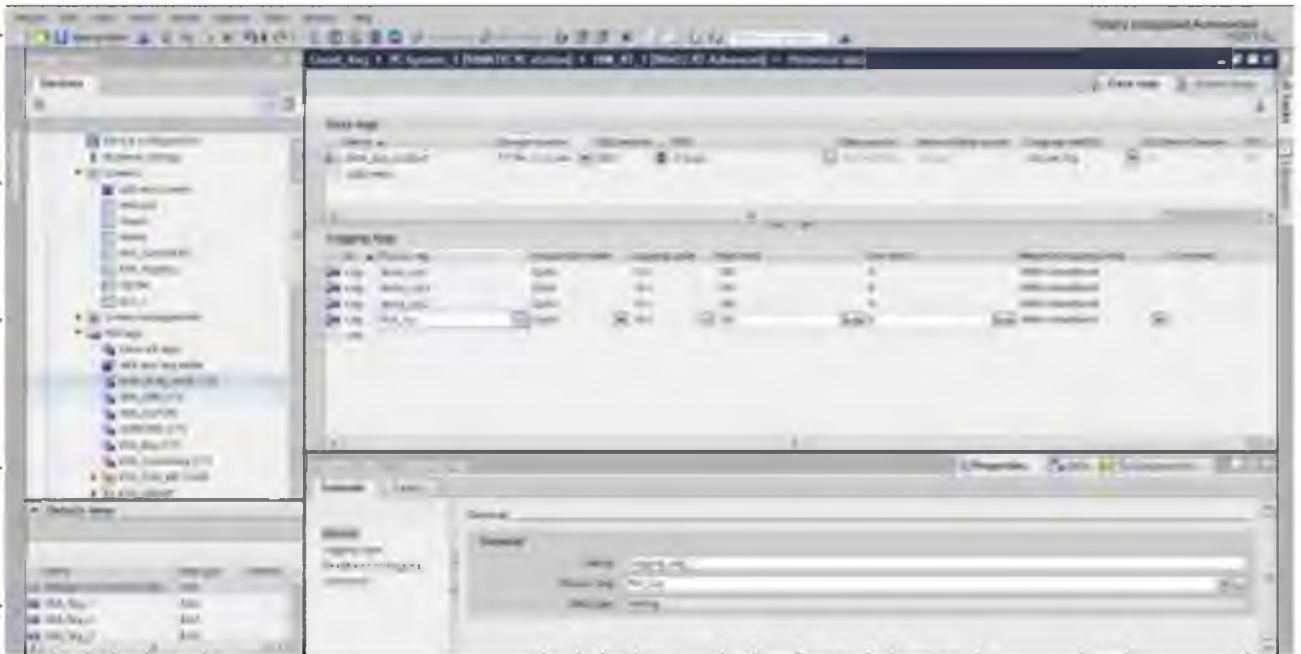


Рисунок 6.5 Створення логів значень датчиків

Ця програма записує вихідні дані у спеціальний файл (файл журналу у форматі txt). Файл журналу буде використовуватися пізніше для створення графіків у веб-інтерфейсі. У цих записах зберігаються дані про температуру та щільність сусле на кожному рівні цукт. Надаємо моніторинг даних на кожні 60 хв, тобто годину, та кількість записів – 500, (див.рис. 6.5). Така кількість є оптимальною, приблизно 21 день, це охопить весь часовий діапазон основного бродиння сусле.

6.2 Оптимізація інтерфейсів технологів та операторів

Також необхідно створити та оптимізувати інтерфейс для роботи з програмою контролю та перегляду процесу виробництва пива.

Усі доопрацювання проводились у програмі TIA Portal V15. Результат роботи показано на рисунку 6.6.

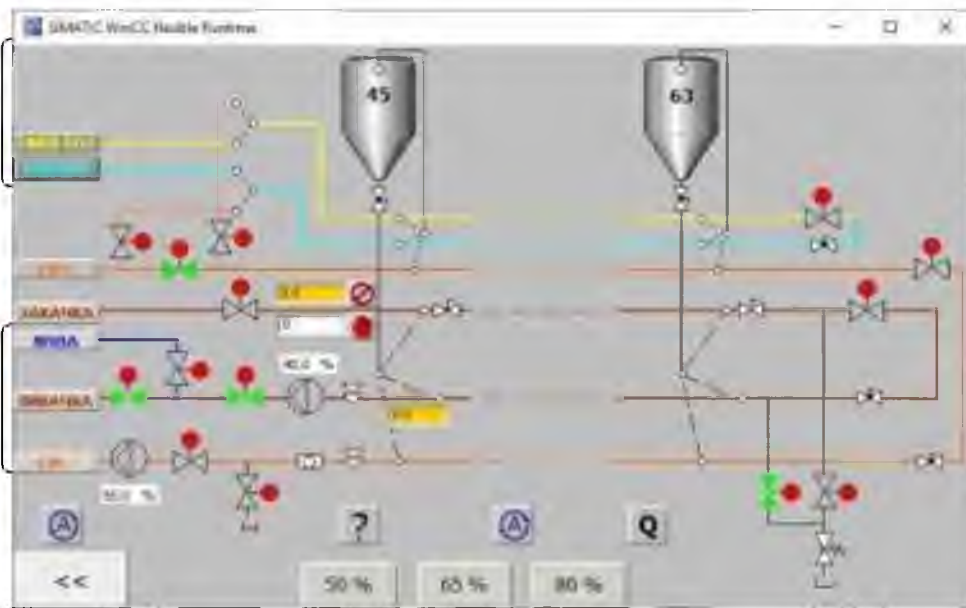


Рис. 6.6 Оптимізація інтерфейсу процесу перекачування

Це програмне забезпечення використовується для автоматизації всіх рівнів технічних процесів та візуалізації проєктів на базі обладнання SIEMENS. TIA Portal V15 включає широкий спектр нових функцій для існуючих продуктів. По суті, цей програмний продукт включає готові бібліотеки і набори даних для візуалізації (в даному випадку пивних бродильних чанів) і датчики всіх мыслимих типів.

У ході нашої роботи інтерфейс перегляду процесу бродіння було доопрацьовано та оптимізовано. Для цього були створені екрани, що показують трубопроводи, з'єднання з резервуарами та резервуари. Отримана мнемосхема показує всі встановлені датчики та його значення в реальному часі. Результат роботи приведено на рисунку 6.7.

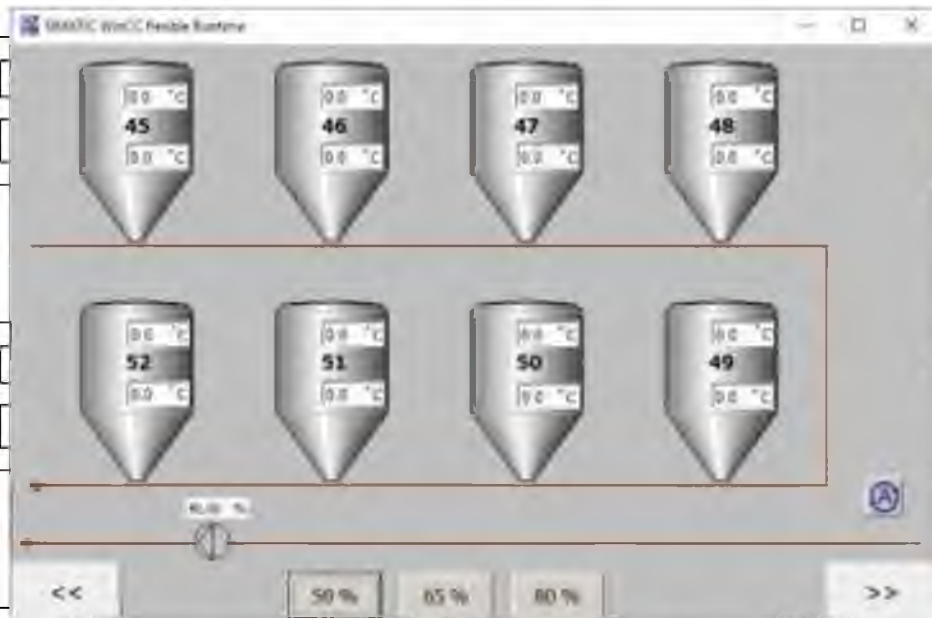


Рисунок 6.7 Інтерфейс загального вигляду
ЦКТ

Отже, після виконання цієї роботи, можна побачити створений інтерфейс в відображенні всіх датчиків температури в ємності як загальний вигляд стану та параметрів перекачування продукту з основного бродіння на процес доброджування.

РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1 Служба охорони праці на підприємстві

Служба охорони праці та техніки безпеки є одним із основних органів, які керують охороною праці та технікою безпеки у компанії. Форма його створення та функції залежать від кількості працівників, які працюють на підприємстві.

Закон України «Про охорону праці» передбачає створення служби охорони праці, на підприємствах з будь-якою формою власності, коли чисельність працівників становить 50 та більше осіб, та покладає цей обов'язок на роботодавця. На підприємствах, виробничій сфері функції охорони праці може виконувати особа з відповідною професійною підготовкою за сумісництвом, при кількості працівників до 50, та до 100, за умови діяльності підприємства в невиробничій сфері. На таких, функції з організації охорони праці можуть виконувати за сумісництвом особи, які мають відповідну підготовку та освіту: фахівці або інженери. В організаціях з кількістю працівників менше 20 для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися фахівці на договірній основі. При цьому вони повинні мати стаж роботи не менше 3 років і пройти навчання з охорони праці.

Також, згідно до закону України «Про охорону праці» (ст. 15) та Типове положення про службу охорони праці (п. 1.8) забороняється ліквідовувати службу охорони праці, а ліквідація служби охорони праці може відбутись лиш тоді, коли ліквідовуватиметься саме підприємство.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо керівнику підприємства. За своїм статусом та умовами оплати обслуговуючий персонал та фахівці прирівняні до основних виробничо-технічних служб та

спеціалістів підприємства. Діє така служба на підставі Типового положення, затвердженого наказом Держнаглядпраці від 13.11.2004р. №255. На основі Типового положення з урахуванням специфіки виробництва, видів діяльності, кількості працівників, умов праці та інших факторів, роботодавець розробляє Положення про службу охорони праці відповідного підприємства, яке затверджується наказом по підприємству. Цей документ визначає структуру служби охорони праці, чисельність, завдання, функції та права її працівників відповідно до чинних нормативно-правових актів.

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» Служба охорони праці вимагає від роботодавців проведення правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам. Захворювання та нещасні випадки на виробництві.

Робота служби охорони праці спрямована на створення здорових і безпечних умов праці та охорону життя і здоров'я працівників під час виконання ними трудових обов'язків. Служба повинна забезпечувати дотримання вимог чинного законодавства України з питань охорони праці та надавати діючі на підприємстві нормативно-правові акти з охорони праці, методичні посібники, навчальні матеріали з цих питань. Організовується робота Кабінету з питань охорони праці, проведення конференцій, семінарів та інших заходів з цих питань.

Служба також повинна брати участь у розслідуванні нещасних випадків, професійних захворювань і виробничих травм. Фахівці з охорони праці беруть участь у складанні санітарно-гігієнічної характеристики робочого місця працівників, які перевіряються на професійні захворювання. Проведення внутрішніх перевірок з охорони праці та атестації робочих місць на відповідність вимогам нормативно-правових актів з охорони праці.

При складанні переліку професій і посад, працівники яких повинні проходити обов'язкові попередні та періодичні медичні огляди, організація

навчання з питань охорони праці та роботи комісій з перевірки знань з цих питань.

7.2 Вимоги електробезпеки до приміщень з ЕОМ

Планування та будівництво приміщень для роботи з ЕОМ повинні суворо відповідати вимогам та положенням чинного законодавства України, що відображені у (Нормативно-правові акти з охорони праці) НРІАОП 0.00-

7.15- 18. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями, ДБН В.2.2-28-2010 будинки адміністративного та побутового призначення, ДСанПІН 3.3.2.007-98 Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електроннообчислювальних машин.

Згідно з цими законами вимоги повинні бути дотримані при проектуванні енергосистем, монтажі основних електроустановок, електроосвітленні будівель і комп'ютерних приміщень. Правил улаштування електроустановок (ПУЕ), ДСТУ 2267-93 «Вироби електротехнічні; ДСТУ 3465 - 96 «Системи електропостачальні загального призначення, ДБН А.2.2-3- 2012 «Склад та зміст проектної документації на будівництво»; ГКД 34.20.507- 2003 «Технічна експлуатація електричних станцій і мереж»

Лінії електромережі для живлення ЕОМ, периферійних пристроїв ЕОМ, обладнання для обслуговування, ремонту та налагодження ЕОМ повинні бути розділені на групи прокладкою фазних, нульових робочих і нульових захисних проводів трипроводними. Працює як мережа. Нульові захисні провідники служать для заземлення (занулення) електроприймачів і прокладаються від стійок, розподільних пунктів групових щитових до силових розеток

У кімнатах, де п'ять або більше ЕОМ працюють або обслуговуються одночасно, аварійний резервний вимикач можна встановити на видному місці, щоб повністю вимкнути живлення в кімнаті, за винятком світла.

Неприпустимим є підключення ЕОМ, периферійних пристроїв ЕОМ та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ЕОМ до звичайної дво-провідної електромережі, в тому числі — з використанням перехідних пристроїв. До 5 ЕОМ у навколишньому приміщенні можна гнучко розташувати без металевих труб за допомогою 3-жильних екранованих проводів або кабелів в оболонках із негорючих або вогнестійких матеріалів. Металевих рукавів.

Металеві труби та гнучкі металеві рукави повинні бути заземлені. Заземлення повинно відповідати вимогам НПАОП 0.00-7.15-18 "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів". Заземлені конструкції, що знаходяться у приміщеннях (батереї опалення, водопровідні труби, кабелі із заземленим відкритим екраном тощо), мають бути надійно захищені діелектричними щитками або сітками від випадкового дотику.

Конструкція змінної підлоги повинна бути такою, щоб забезпечувались:

- вільний доступ до кабельних комунікацій під час обслуговування;
- стійкість до горизонтальних зусиль при частково знятих плитах;
- вирівнювання поверхні підлоги за допомогою регульованих опорних елементів;

- взаємозамінність плит.
- Є неприпустимими:
 - експлуатація кабелів та проводів з пошкодженою або такою, що втратила захисні властивості за час експлуатації, ізоляцією; залишення під напругою кабелів та проводів з неізольованими провідниками;

- застосування саморобних продовжувачів, які не відповідають вимогам ПВЕ до переносних електропроводок;

застосування для опалення приміщення нестандартного (саморобного) електронагрівального обладнання або ламп розжарювання; користування пошкодженими розетками, розгалужувальними та з'єднувальними коробками, вимикачами та іншими електровиробами, а

також лампами, скло яких має сліди затемнення або випинання; підвішування світильників безпосередньо на струмопровідних проводах, обгортання електролампи і світильників папером, тканиною та іншими горючими матеріалами, експлуатація їх зі знятими ковпаками (розсіювачами);

використання електроапаратури та приладів в умовах, що не відповідають вказівкам підприємств-виробників

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

Під час виконання випускної магістерської роботи були досліджені методи та засоби вдосконалення виробництва пива. Було розглянуто математичну модель зменшення температури під час бродіння сусла, що дозволяє проаналізувати його динамічні характеристики та розробити алгоритм для точності керування.

Аналіз виявив фактори, які мають значний вплив на процес виробництва пива.

Для покращення збору даних та аналізу ключових процесів бродіння були обрані та встановлені додаткові системи та датчики. Процесорний мікроконтролер Siemens S7-300 і його периферійні пристрої у вигляді датчиків температури, тиску і рефрактометра контролюють процес і ступінь бродіння молодого пива.

Крім того, для цієї системи була написана програма, яка дозволяє здійснювати моніторинг і контроль ключових процесів. Найголовніше, що дані про тиск, температуру та ферментацію зберігаються для аналізу протягом певного періоду часу..

Завдяки розробленій системі тепер можна суттєво оптимізувати основний процес бродіння пива, в результаті чого покращується смакова якість, знижуються витрати на виробництво, зменшуються витрати та відходи. Таким чином, розроблена система автоматичного керування доводить свою доцільність, ефективність і необхідність впровадження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мартиненко І.І., Лисенко В.П., Тищенко Л.П., Болбот І.М., Олійник П.В. «Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК», Київ, Інтас. - 2008. – 305 с.
2. Шуруб, Ю.В. «Теорія автоматичного управління» навч. посіб., Ю.В Шуруб, В.П Лисенко – К., НУБІП України, 2012.
3. Вольфганг Кунце Технологія пива К: "Професія", 2001. - 912 с., – ISBN 3-921690-37-4
4. Баланов П.Е., Смотраева И.В. Технология собода: Учеб.-метод. пособие. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. 82 с
5. Главачек Ф., Лхотский А. Пивоварение Прага: Пищевая промышленность 1977 - с.624
6. Романова, З. М. Оптимізація технології приготування пива шляхом вдосконалення процесу приготування пивного сусла З. М. Романова, В. С. Зубченко, М.С. Романов, О. А. Гуцilenko// Ukrainian Food Journal.
7. Автоматизація промисловості [Електронний ресурс]. — Контролери Simatic Режим доступу до ресурсу: <https://new.siemens.com/ua/ru/products/avtomatizatsiya-promyshlennosti/sistemy-avtomatizatsii/promyshlennyye-sistemy-avtomatizatsii-simatic/kontrolery-simatic/s7.html>
8. Технології Simatic [Електронний ресурс]. – Технології Simatic – Режим доступу до ресурсу: <https://new.siemens.com/ua/ru/products/avtomatizatsiya-promyshlennosti/sistemy-avtomatizatsii/promyshlennyye-sistemy-avtomatizatsii-simatic/tekhnologiyi-simatic.html>
9. Модуль інтерфейсів ET200 SP [Електронний ресурс]. – Модуль інтерфейсів ET200SP – Режим доступу до ресурсу: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/us/Catalog/Products/10170367>

10. Базові блоки вводу-виводу [Електронний ресурс]. – Базові блоки вводу-виводу – Режим доступу до ресурсу: <http://ste.ru/siemens/pdf/rus/ET200SP.pdf>

11. Класифікація давачів [Електронний ресурс]. – Класифікація давачів – Режим доступу до ресурсу:

<https://stud.com.ua/28685/bzhd/klasifikatsiya-datchikiv>

12. Давач рівня LMT 202 [Електронний ресурс]. – Давач рівня LMT202 – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ifm.com/ua/ru/product/LMT202>

13. Overview of temperatur sensors [Електронний ресурс]. – Огляд температурних давачів – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ni.com/guru/innovations/white-papers/06/overview-of-temperature-sensors.html>

14. What is a Refractometer [Електронний ресурс]. – Refractometer – Режим доступу до ресурсу: <https://www.coleparmer.com/techarticle/refractometers>

15. Пристрої ATAGO [Електронний ресурс]. – ATAGO – Режим доступу до ресурсу: <https://www.atago.net/ua>

16. Step7-tia-portal Software [Електронний ресурс]. – Step7-tia-portal Software – Режим доступу до ресурсу: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tiaportal/software/step7-tia-portal.html>

17. Siemens TIA Portal [Електронний ресурс]. – Totally Integrated Automation Portal – Режим доступу до ресурсу: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industrysoftware/automation-software/tia-portal.html>

18. Державна служба України з питань праці [Електронний ресурс]. – Про Державну службу України з питань праці – Режим доступу до ресурсу: <http://dsp.gov.ua/bibliografija/>

19. М.Е.Дос [Електронний ресурс]. Охорона праці на підприємстві: що має знати роботодавець. Режим доступу до ресурсу: <https://www.medoc.ua/uk/blog/ohrona-praci-na-pidprismstvi-shho-ma-znatirobotodavec>

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України