

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістр

Освітній рівень

Модель керування технологічним процесом виробництва синтетичних
мийних засобів

Назва теми

КвРАКІТР.2023170.01.03 ПЗ

Галузь знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»

Шифр, назва

Спеціальність 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка»

Шифр, назва

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

Назва

Виконав:

студент II курсу, група АКІТРм-23-1



Підпис

Михайло ВІЛЬЧАНСЬКИЙ

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник



Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер



Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
зав. кафедри АКІТтаР



Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«10» грудня 2024 р.

Хмельницький 2024

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Галузь знань 17 – Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

Спеціальність 174 – Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

Освітня програма Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АКИТтаР

Валерій МАРТИНЮК

01 вересня 2024р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Вільчанському Михайлу Володимировичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема роботи Модель керування технологічним процесом виробництва синтетичних мийних засобів

Керівник роботи Корецька Людмила Олександрівна, к.т.н., доцент

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

Затверджено наказом ректора університету від 26.08.2024 р. №60

2 Строк подання студентом роботи на кафедру 02.12.2024р.

3 Вихідні дані до роботи Аналіз сучасного стану обладнання виробництва синтетичних мийних засобів





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

Вступ. Технологічна система сушіння синтетичних мийних засобів. Створення нечіткої системи керування. Розробка та застосування бази даних автоматизації виробництв. Висновки.

5 Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

презентаційні матеріали (слайди)

6 Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Федула М.В., доцент кафедри АКИТтаР		
Нормоконтроль	Корецька Л.О., доцент кафедри АКИТтаР		

7 Дата видачі завдання 01 вересня 2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу кваліфікаційної роботи	Строк виконання	Примітка
1 Вступ	10.09.2024р.	Виконано
2 Огляд літературних джерел та патентних даних	25.09.2024р.	Виконано
3 Огляд існуючих моделей	15.10.2024р.	Виконано
4 Створення нечіткої системи керування	30.10.2024р.	Виконано
5 Розробка програмного забезпечення	10.11.2024р.	Виконано
6 Висновки	15.11.2024р.	Виконано
7 Оформлення пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи	20.11.2024р.	Виконано
8 Оформлення презентаційних матеріалів	1.12.2024р.	Виконано

Студент


Підпис

Михайло ВІЛЬЧАНСЬКИЙ

Ім'я, прізвище

Керівник роботи


Підпис

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, прізвище



АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Математична модель керування технологічним процесом виробництва синтетичних мийних засобів».

Автор роботи: Вільчанський Михайло Володимирович.

Керівник роботи: Корецька Людмила Олександрівна, к.т.н., доцент

Пояснювальна записка: 85 с., 44 рис., — табл., 1 дод., 40 джерел.

Графічна частина: 13 презентаційних слайдів.

СИНТЕТИЧНІ МИЙНІ ЗАСОБИ, СУШІННЯ, СУШИЛЬНИЙ АГЕНТ,
РОЗПИЛЮВАЛЬНА СУШИЛЬНА БАШТА, НЕЧІТКЕ КЕРУВАННЯ,
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ.

Мета роботи: розробити математичну модель керування технологічним процесом виробництва синтетичних мийних засобів.

Проведено дослідження технологічної системи сушіння синтетичних миючих засобів, застосовано інтелектуальні системи управління для прогнозування аварійних ситуацій, створено нечітку систему керування, створено базу даних та використано в автоматизації виробництва.

Під час процесу використовувалися спеціальні програми, такі як Matlab, Mathcad, MS Office, MS Visio та MS Access.


Підпис студента

02.12.24
Дата

ЗМІСТ

ЗМІСТ	2
ВСТУП.....	4
1 ТЕХНОЛОГІЧНА СИСТЕМА СУШІННЯ СИНТЕТИЧНИХ МИЙНИХ ЗАСОБІВ.....	6
1.1 Системи сушіння синтетичних мийних засобів	6
1.2. Сучасні засоби висушування	9
1.3 Сушильна башта як об'єкт автоматизації	11
1.4 Схеми автоматизації сушильних башт.....	12
1.5 Аналіз виникнення аварійних ситуацій	15
1.5.1. Аналіз можливості виникнення браку	17
1.5.2. Аналіз можливості виникнення пересипу.....	21
1.5.3. Аналіз можливості виникнення вибуху	22
1.5.4. Аналіз можливості виникнення забиття форсунок	23
1.6 Висновки до першого розділу	25
2 СТВОРЕННЯ НЕЧІТКОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ	27
2.1. Опис задач нечіткої системи керування.....	29
2.2. Створення нечіткої моделі між лінгвістичними змінними	30
2.3 Розробка правил прийняття рішень нечіткою системою керування	34
2.4 Висновки до другого розділу.....	42
3 РОЗРОБКА ТА ЗАСТОСУВАННЯ БАЗИ ДАНИХ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВ	43
3.1 Створення моделі даних	45
3.2 Формування запитів за допомогою СКБД	51
3.3 Створення форм	56
3.4 Висновки до третього розділу	59
4 ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛЬНИХ ПОТОКІВ ГАЗОГЕНЕРАТОРА.....	60
4.1 Модель сушильної камери	60

4.2 Перевірка адекватності математичної моделі.....	73
4.3 Висновки до четвертого розділу.....	76
ВИСНОВКИ	77
СПИСОК ВИКОРИСТАННОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	78
ДОДАТОК А Стаття у фаховому журналі.....	86

ВСТУП

Синтетичні миючі засоби призначені для видалення будь-яких забруднень з будь-яких поверхонь. Неможливо уявити повсякденне життя без використання синтетичних миючих засобів, вони значно спрощують процес чищення тканини, а також неможливо видалити гідрофобні речовини із забрудненого середовища без використання синтетичних миючих засобів, насамперед через високу густоту речовин, і на них не впливає механічна дія води. Деякі компоненти синтетичних миючих засобів мають властивості, які запобігають накопиченню бруду на поверхні тканини та в самих волокнах. Незважаючи на простоту створення продукту, процес його виготовлення може мати негативний вплив на здоров'я людини та навколишнє середовище в цілому. Метою є створення методу автоматизації виробництва синтетичних миючих засобів, який забезпечить послідовний виробничий процес і є екологічно безпечним.

Технологія створення гранульованого порошкоподібного СМЗ баштовим методом - за допомогою сушильної башти, яка розпилює композицію - дозволяє отримувати готовий продукт з високими показниками якості. Порошки мають хорошу сипучість, швидко диференціюють від води під час прання, мають однорідний склад і всі компоненти рівномірно розподіляються в гранулах готового продукту. Виготовлення порошку СМЗ цим методом є одним із найпопулярніших у світі та в нашій країні.

Метою магістерської роботи є розробка системи керування процесом сушіння з метою підвищення ефективності технологічної системи та забезпечення бажаних якісних показників продукту.

Об'єкт дослідження – процеси автоматизованого керування сушінням у розпилювальній сушильній башті.

Предмет дослідження – математична моделі процесів сушіння та автоматизована система керування процесом сушіння.

Методи дослідження: теорія автоматичного керування, методи математичного аналізу та диференційного числення.

Завдання роботи:

- виконати аналіз методів та засобів сушіння мийних засобів;
- провести розробку математичної моделі процесу сушіння мийних засобів;
- провести дослідження розробленої математичної моделі автоматизованого керування процесом сушіння;
- розробити систему нечіткого керування пристроями сушіння.

Наукова новизна полягає у розробці методу та математичної моделі керування процесом сушіння з метою підвищення ефективності технологічної системи та забезпечення бажаних якісних показників продукту.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА СИСТЕМА СУШІННЯ СИНТЕТИЧНИХ МИЙНИХ ЗАСОБІВ

1.1 Системи сушіння синтетичних мийних засобів

Розглянемо методику дослідження хіміко-технологічного процесу [1], що використовується для створення синтетичних мийних засобів, наведену на рисунку 1.1.

При приготуванні складу сировину поділяють на сипучі компоненти: соду, трисульфат, сульфат натрію, карбоксиметилцелюлозу (КМЦ) і рідини: рідке скло, поверхнево-активні речовини (ПАР), промивні води.

Ця сировина за допомогою шлюзу і грохота завантажується в дозатори (1), потім надходить в реактор-змішувач (2). Там вони змішуються з розчином лугу (концентрація: 42%), а також із синтетичними жирними кислотами, які подаються насосом.

Підготовлена композиція насосом (3) перекачується в проміжну точку збору (4), звідти композиція прокачується через фільтр (6) і насос (7), далі подається в деаераційний пристрій. (8), де завершується процедура очищення складу від газів, що не відповідають вимогам СМЗ.

Композиція спочатку очищається від побічних продуктів, потім за допомогою насоса (9) перекачується на фільтр (10), де повторно очищається від газових домішок, потім подається в гомогенізатор (11), звідки надходить на насос високого тиску (12) і, нарешті, до стадії сушіння.

Сушіння є одним із останніх етапів і критичних компонентів процесу виробництва синтетичних миючих засобів.

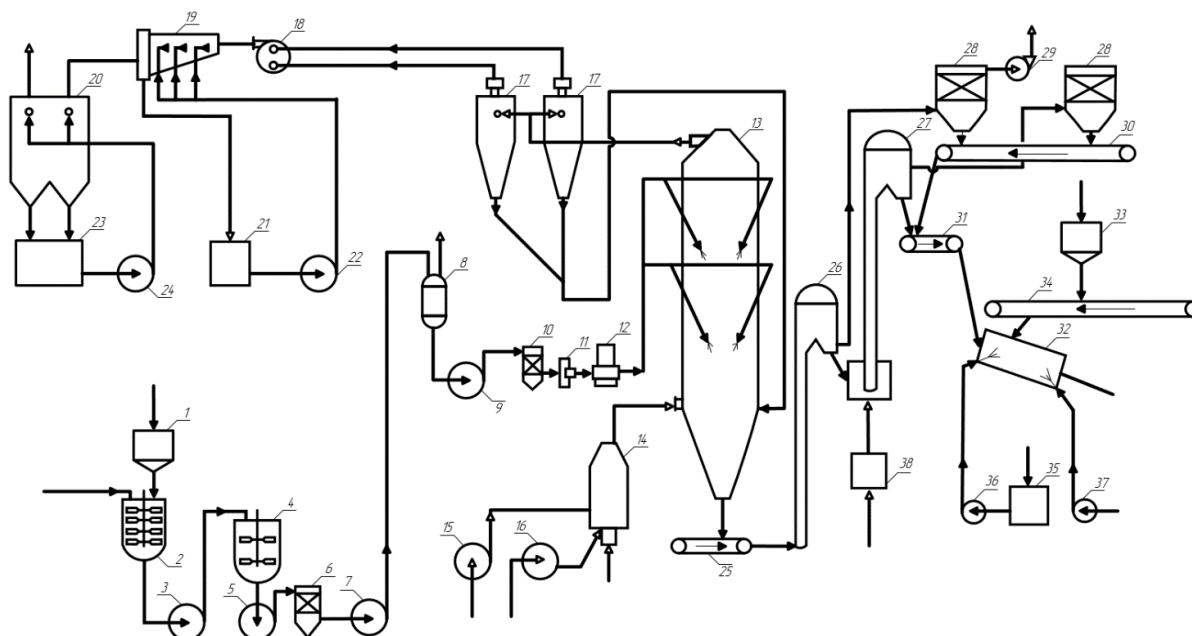


Рисунок 1.1. Технологічна схема устаткування виробництва сухих мийних засобів: 1 – пристрій дозування, 2 – установка реактору-змішувача; 3, 5, 7, 9, 22, 24, 36, 37 – насоси нагнітання; 4 – проміжний відстійник; 6 – фільтр неглибокого очищення; 8 – блок деаерації; 10 – фільтр глибокого очищення; 11 – блок гомогенізації; 12 – насос нагнітання високого тиску; 13 – розпилювальна башта сушіння; 14 – блок газогенератора; 15, 16, 17, 29 – вентилятори надуву; 17 – установка циклон; 19 – блок пилеосажування; 20 – електрофільтрація; 21, 23 –орошуване середовище; 25, 30, 31, 35 – транспортери; 26, 27 – розділювачі; 28 – рукавний матерчатий фільтр; 32 – барабанне змішування; 33 – витратний бункер; 35 – збірник ПАВ; 38 – охолоджувач повітря

У цей момент необхідна допомога газогенератора (14), нагрівальний агент спочатку готується шляхом об'єднання газів, що утворюються при згорянні палива, у певному співвідношенні з первинним і вторинним повітрям, ці гази подаються до пристрою через вентилятори (15 і 16).

Наступним кроком є підведення нагрівальної речовини до нижньої частини сушильної вежі за допомогою подачі повітря. Через форсунки на композицію подається високий тиск, який потім розпилюється в сушильну

башту (13). Фактично, рух агента, відповідального за процес сушіння в башті, є рухом, який слідує за спіраллю потоку вихідного потоку з гарячим повітрям у башті, процес виконує кілька повних обертів.

Після сушіння композиція буде транспортуватися через стрічковий конвеєр (25) до апарату, який матиме процес розділення повітря, цьому сприятиме перший ерліфт, потім композиція буде транспортуватися до сепаратора (26), де вона буде відокремлюється від повітря, яке потім транспортується до другого повітряного підйому, звідти порошок транспортується до сепаратора (27), де він відділяється від повітря, яке потім транспортується до холодильника (39). Разом з уловленим повітроочисними фільтрами (28) - пил СМЗ, що виводиться з конвеєра (30), порошок транспортується на стрічковий конвеєр (31).

Процес поєднання порошку в бочці має вирішальне значення. По-перше, процедура поміщення термічно нестабільних компонентів і гранульованого триполіфосфату натрію в бункери (33) здійснюється за допомогою повітряного транспортування. Склад суміші транспортерами (34 і 31) передається на входи (32) барабанного змішувача.

Процедура очищення запиленого повітря з сушильної башти здійснюється в циклонах (17) - 4 шт. Спочатку. Пил: досягає нижньої частини сушарки, а повітря: в результаті зрошення EMS воно поєднується з пилом у осаднику (19), потім досягає електростатичного фільтра (20) і в результаті очищення, викидається в атмосферу.

Запилене повітря після башти відсмоктується витяжним вентилятором (18) і очищається в чотирьох циклонах (17) на першому ступені. Пил із циклону повертається до основи вежі, і перший крок полягає в накачуванні повітря в осадковий фільтр (19), який потім зрошується SMF, другим кроком є надходження в електрофільтр (20) . Після електростатичного фільтра в атмосферу виходить повітря, яке спеціально фільтрується.

1.2. Сучасні засоби висушування

Системи великооб'ємної переробки застосовують різні способи сушіння через сушарки [2]. В результаті типовий зразок вакуумної сушильної камери має просту конструкцію, яка дозволяє одночасно сушити різні речовини. Мінусом є низька продуктивність, можливий перегрів матеріалу. Однобарабанні сушарки, занурені у воду, підходять лише для розведених розчинів або екстрактів, однобарабанні сушарки, які не занурені у воду, використовуються для сушіння продуктів, схожих на пасту. У двовалкових сушарках процес сушіння здійснюється при низьких температурах, і сушарки здатні вловлювати цінні пари розчинників шляхом конденсації. Крім того, у виробі залишається велика кількість вологи, і сушильна машина споживає багато енергії. Конструкція коробчатої (кабінетної) сушарки проста, але недоліком є те, що періодичність подачі продукту та відсутність рівномірного висихання продукту призводить до тривалого процесу, що займає багато часу та має великі втрати тепла. У багатоступеневій сушарці зі стрічкою потужність стрічки сушильного повітря і його температура збільшуються, але матеріал може перегріватися. Перевагами сушарки є її компактність, послідовне та інтенсивне сушіння, недоліком є те, що вона не може працювати з термочутливими матеріалами. Пневмосушарка пов'язана з високим ступенем інтенсивності сушіння і здатністю сушити при високій температурі за рахунок короткого часу перебування в камері. Крім того, складно регулювати процедуру, сушіння легкозаймистих матеріалів є вибухонебезпечним, а витрати енергії значні. Розпилювальну сушарку з можливістю швидкого сушіння можна використовувати для термочутливих продуктів, які необхідно перетворити на порошок без необхідності подрібнення. До переваг розпилювальних сушарок відносять складну структуру пилозбірника і високе споживання електроенергії під час роботи. Сушарка з псевдозрідженим шаром має здатність сушити чутливі до тепла продукти при високих температурах протягом короткого періоду часу через

короткий період часу, протягом якого продукт контактує з сушаркою, і високу температуру, що використовується сушаркою. Одним з переваг його конструкції є можливість автоматично змінювати параметри процесу, але він не ідеальний для сушіння продуктів, які важко псевдозріджені, він очищає продукт від повітря (переважно у фонтанних сушарках). У сушарках, які мають киплячий шар з пульсаціями, продукти, які є термолабільними, можуть сушитися з високою інтенсивністю. Недоліком її роботи є те, що з вихлопними газами виділяється до 5-7% матеріалу, не підходить для сушіння важкорозплавлюваних продуктів. Промені (інфрачервоні) сушарки мають високу швидкість процесу та низьку кількість тепла, що розсіюється. Недоліком є те, що товсті шари продукту неможливо висушити, що призводить до великих витрат енергії. Середня (низькочастотна) сушарка має характеристику рівномірного сушіння. Процесу висихання сприяє дифузія вологи до поверхні матеріалу. Мінусом є складність монтажу і високе енергоспоживання, необхідно підібрати режим сушіння (частота струму, потужність, довжина хвилі). Застосування ультразвукових (акустичних) сушарок дозволяє якісно сушити нестійкі матеріали, залежні від температури та окислення. Найбільшим мінусом є те, що це дуже дорого. У сушарках, що використовують адсорбенти, процес сушіння відбувається з мінімальними витратами тепла, але вимагає регенерації колони, яка є частиною конструкції сушарки. Сублімаційні (молекулярні) сушарки забезпечують якісне сушіння, але мають високі енерговитрати. Його недоліком є складність монтажу.

Узагальнюючи результати, для виробництва синтетичних миючих засобів використовували розпилювальну сушарку. Його переваги в тому, що процес сушіння відбувається швидко, температура матеріалу низька під час сушіння, отриманий продукт має форму тонкого порошку, не вимагає додаткової обробки, має хорошу розчинність.

1.3 Сушильна башта як об'єкт автоматизації

Сушарка являє собою сферичну ємність з конусом на дні, що полегшує видалення сухої речовини. Спосіб розпилення продукту ділиться на два види: дисковий і насадковий. Перепад тиску на виході з сопла або через повітря в контейнері призводить до того, що продукт розпилюється з контейнера або на землю. Розчин з осушувачами розпилювали за допомогою пристрою, який центрифугував рідину, це робили за допомогою диска. Осушувач подається по трубопроводу у верхню частину пристрою, на кінці трубопроводу розташований розподільний конус. За допомогою пристрою створюється циклічний потік газу, що надходить. Краплі продукту, які розпилюються диском, слідує за потоком повітря та осідають на дні. Вода розсіюється, а залишки дрібних частинок порошку в сухому продукті осідають на дні конуса і стінках розвантажувального пристрою, які потім подаються в систему пневмотранспорту. Для струсіння частинок продукту, які осідають на стіні, використовується вібратор. Витрачений осушувач, який видалив частину частинок продукту з сушарки, направляється в циклон для сепарації. У процесі сушіння температура матеріалу не перевищує температуру вологи, що випаровується, а підтримується нижче цієї температури. Використання продукту дозволяє рівномірно наносити рідину на поверхню води і посилює процес випаровування води. Висушена суміш проходить через диск насадки, який має високу частоту обертання для перетворення частинок рідини в найдрібніші краплі.

Сушарку ми будемо розглядати як технологічний транспортний засіб - інерційність сушарки невелика, через відсутність значного матеріалу повітря також легке і має малу масу.

Давайте оцінимо розподіл параметрів - в сушильній башті є розподіл як по висоті, так і по радіусу, але вони не сильно виражені через високу швидкість газової фази і частинок порошку.

Крім того, виробничий процес нестационарний через засмічення сопел.

Процес спалювання газу в газогенераторі призводить до ризику пожежі в сушарці, полум'я від газогенератора передається порошку в сушильній башті. Крім того, через засмічення форсунок існує ймовірність вибуху та виходу з ладу всього пристрою та самих форсунок.

До шкідливих факторів на робочому місці відноситься підвищена запиленість приміщення. У зв'язку з цим важливо створити умови, що дозволяють працівникам безпечно виконувати роботу – використання місцевої та загальної вентиляції, приплив свіжого повітря до зон дихання, використання малотоксичних матеріалів. Крім того, необхідно використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), у тому числі респіратори, промислові протигази та автономні дихальні пристрої, призначені для захисту від шкідливих речовин в навколишньому атмосфері (аерозолі, гази, пари).

1.4 Схеми автоматизації сушильних башт

Автоматизація сушильної вежі є одним із найважливіших етапів автоматизованої системи виробництва синтетичних миючих засобів. Основна функція сушильної вежі - осушення суміші від надлишку вологи. Еволюція технологічних засобів контролю відбувається швидко, і в сучасній промисловості використовуються найефективніші системи управління. Давайте обговоримо деякі з існуючих методів автоматизації сушильних башт.

На рис. 1.2 [4] демонструється один із прикладів автоматизації сушарки з киплячим шаром. Для цього пристрою типова робота може відбуватися лише на певній висоті псевдозрідженого шару, якщо шар не піднятий вище цього рівня, гідродинамічний опір шару збільшиться.

Коли автоматизоване сушіння проводиться в киплячому шарі, основним показником процедури є температура в шарі. Ефект регулювання температури досягається шляхом зміни швидкості потоку вологої речовини

або осушувача та зміни температури останнього. Перший варіант полягає в тому, що параметри сушарки змінюються лише у відносно невеликому діапазоні. Перший підхід обумовлений наявністю сушарок і проміжних укриттів між обладнанням для попередньої обробки з певною кількістю матеріалу, що подається.

Інші компоненти системи включають контури регулювання ступеня гідродинамічного опору, контури регулювання співвідношення первинного повітря і палива, осушувачі, що споживають паливо, та інші компоненти.

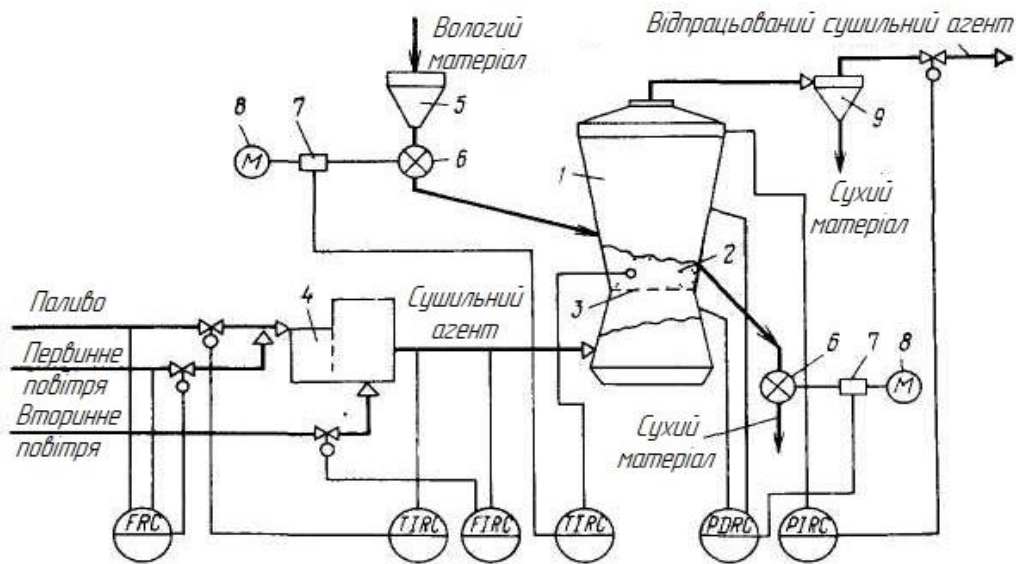


Рисунок 1.2. Технологічна схема сушильної башти із киплячим шаром

Розглянемо такий приклад системи автоматизації: барабанна сушарка [5] (рис.1.3). Мета контролю процесу сушіння полягає в тому, щоб твердий вологий матеріал був висушений до певного вмісту вологи, зберігаючи його початковий стан. Найбільші порушення в процесі викликають зміни швидкості потоку, початкової вологості та розподілу твердих часток, а також зміни швидкості потоку охолоджувача та початкової температури. Основною змінною, яку можна змінити, є кількість вологи, що залишається в твердому матеріалі.

Процес сушіння полегшує барабанна сушарка, а для регулювання процесу зазвичай використовується вологість теплоносія на виході з

барабана. Регулятор вологості впливає на клапан, який встановлений на газопроводі до обігрівача. Оскільки температура теплоносія по довжині барабана приблизно дорівнює абсолютній вологості твердого матеріалу, подачу газу можна змінити, змінюючи температуру вологого повітря на виході з пристрою. Щоб полегшити процес сушіння, вологість або температуру повітря необхідно вручну змінити відповідно до аналізу залишкової вологи в лабораторії висушеного матеріалу.

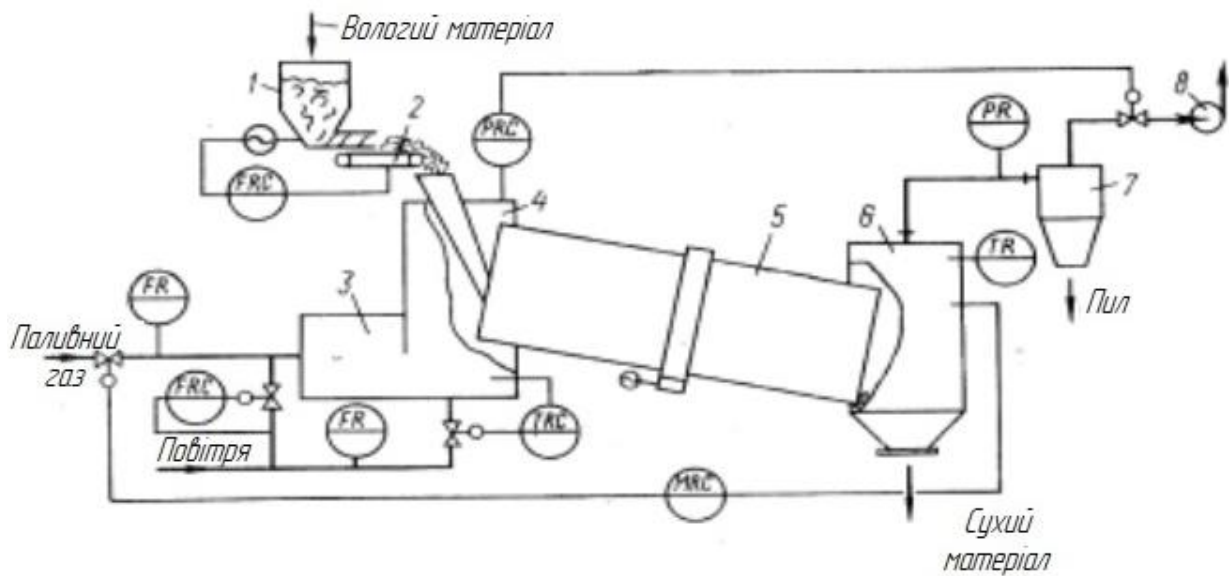


Рисунок 1.3. Схема технологічна барабанної сушарки

На рис. 1.4 зображено автоматизовану систему струминних розпилювальних сушарок [6], основною метою яких часто є не тільки виробництво продукту з певним вмістом вологи, але й підтримання сталого складу гранулометрії. Обсяг розпилення в струминній сушарці в першу чергу залежить від співвідношення швидкості потоку сушарки до суспензії. У результаті, на додаток до вже існуючих автоматизованих рішень, блок контролю розміру частинок включений в систему, змінюючи пропорцію швидкості потоку суспензії до загального потоку повітря з печі. Якщо допустима постійна подача зважених частинок, додається схема для регулювання суспензії.

Сьогодні в автоматизованих розпилювачах сушарок основною змінною, яка часто змінюється, є не вологість композиції, а температура або вологість осушувача, який використовується. Регулювання цих значень у струмені сушарки можна здійснити шляхом зміни об'єму вологої речовини, перехідний період для зміни об'єму суспензії, що розпилюється, відносно короткий. (2-3 хвилини).

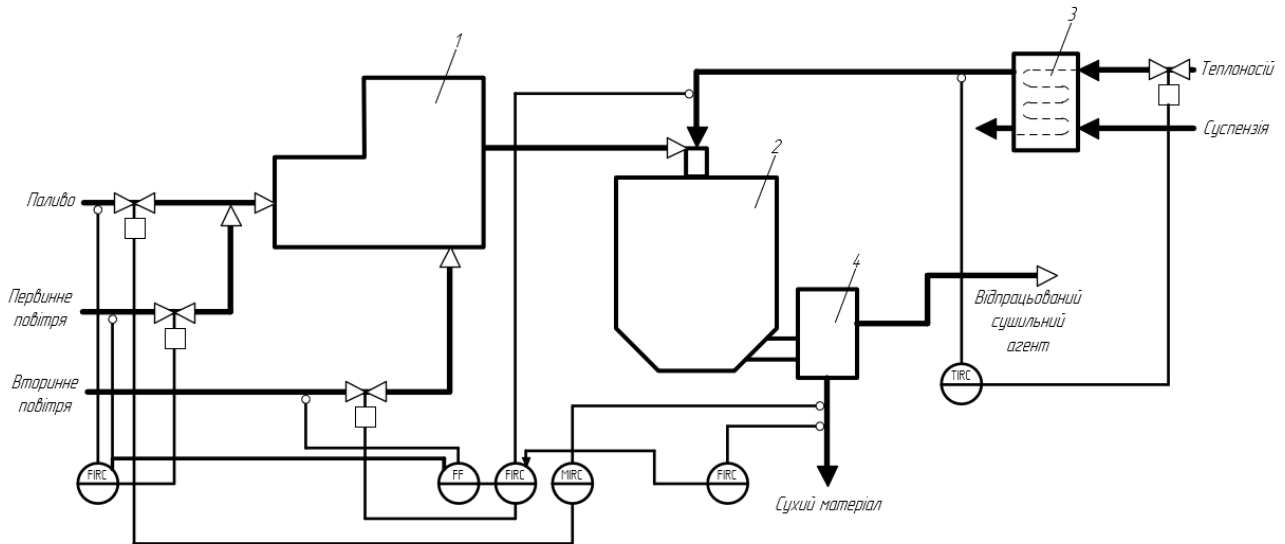


Рисунок 1.4. Схема технологічна струменевої сушильки

1.5 Аналіз виникнення аварійних ситуацій

Сучасні системи автоматизації здатні виконувати складні технічні процедури та системи. Це пов'язано з тим, що було розроблено численні методи вимірювання потоку матеріалу на вході та виході з пристрою, середини та області навколо нього. Сучасні контролери, які використовують мікропроцесорні пристрої та електронні комп'ютери, мають високу швидкість і високий ступінь надійності, а також здатні виконувати складні алгоритми керування. Цей стан розвитку автоматизованих і комп'ютеризованих технологічних процесів дозволяє використовувати методи, пов'язані з людською обізнаністю, для управління хімічними і технічними об'єктами і системами.

Важливість завдання полягає в підвищенні ефективності технологічної лінії при дотриманні стандартів якості. Це досягається за допомогою спеціальних систем, які побудовані на знаннях експертних систем.

При виробництві синтетичних миючих засобів можуть виникати неприємні ситуації, розглянемо структурно-параметричну схему сушильної зони (рис. 1.5) і обговоримо найпоширеніші аварійні ситуації та запропонуємо шляхи їх запобігання.

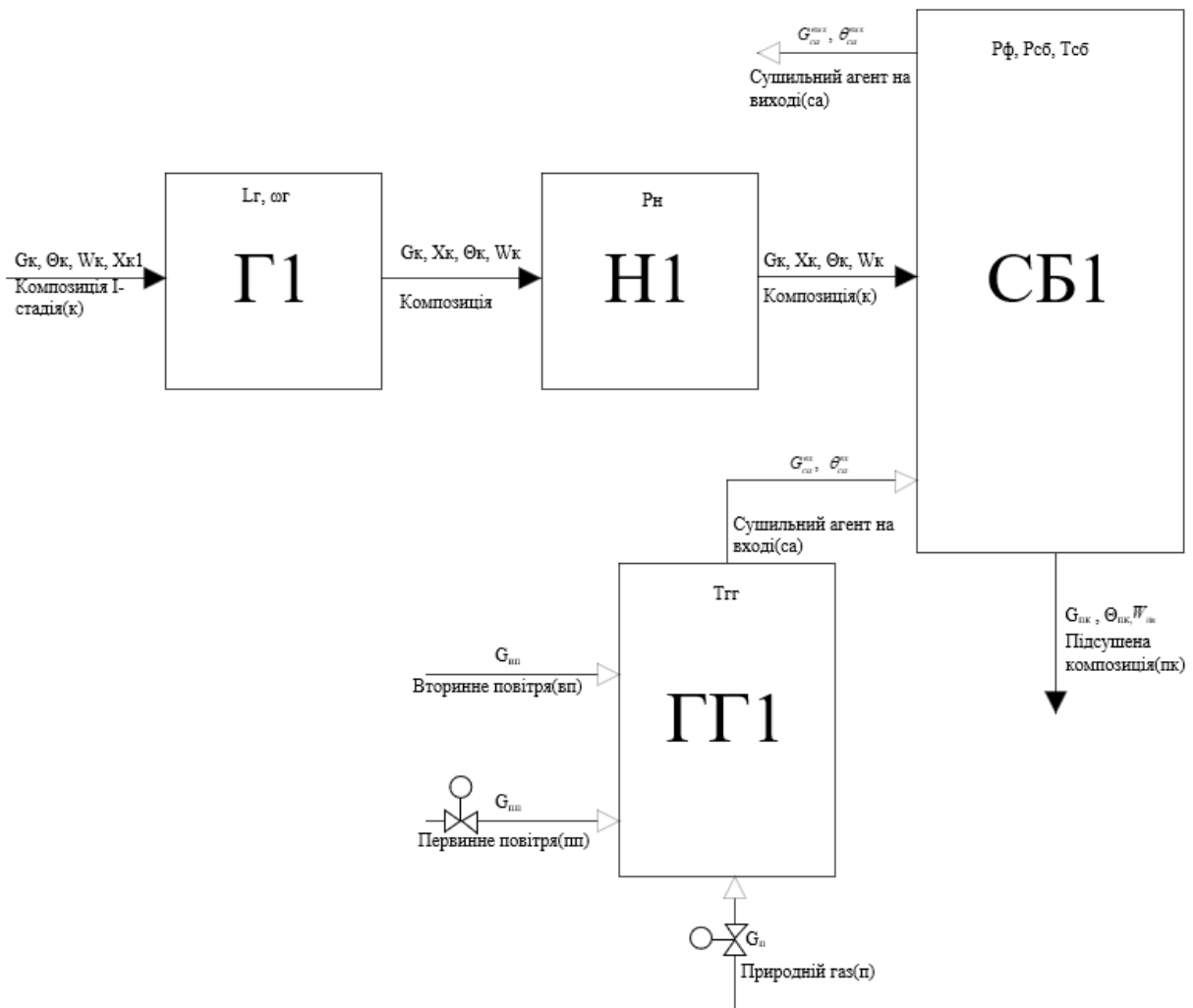


Рисунок 1.5. Структурно-параметрична схема системи сушіння

1.5.1. Аналіз можливості виникнення браку

Першими і найпоширенішими аварійними ситуаціями є брак продукції на виході з виробництва. У випадках, коли дефіцит серйозний, ми розглядаємо отримання композиції, яка є висушеною, результатом процесу сушіння в башті, яка містить вологу, цей відсоток потім враховується.

Розглянемо два випадки цієї надзвичайної ситуації (рис. 1.6) і розглянемо підходи, які б усунули кожен з них.



Рисунок 1.6. Аналіз аварійних ситуацій, які можуть призвести до виникнення браку продукції

1. Помічаємо момент вологість складу 3%, тобто склад пересушений (рис.2.3).

Однією з першочергових причин пересушування композиції є мала кількість композиції, яка надходить в апарат - $G_k < 20$ кг/с, тому для запобігання пересушуванню потрібна більша витрата.

1.2) Потрібна більш висока температура складу - 60 градусів за Цельсієм, це призводить до пересушування складу в апараті, як наслідок, потрібен менший діапазон зміни температури перед початком процесу, це досягається шляхом зниження витрати складу.

1.3) Пересушування СМЗ може бути викликано низькою вологістю складу на вході - $W_k < 15\%$, для усунення проблеми необхідно збільшити витрату складу.

1.4) Підвищена температура в башті для розпилення - $T_{sb} > 110$ градусів Цельсія, можлива в двох різних ситуаціях.

Перший – це підвищена температура сушильного агента на вході – 120 градусів Цельсія, в результаті підготовки агента в газогенераторі при цій температурі 120 градусів Цельсія.

Цій умові сприяє порушення коефіцієнта витрати природного газу та первинного повітря - G_p/G_{pp} не дорівнює 1,8:

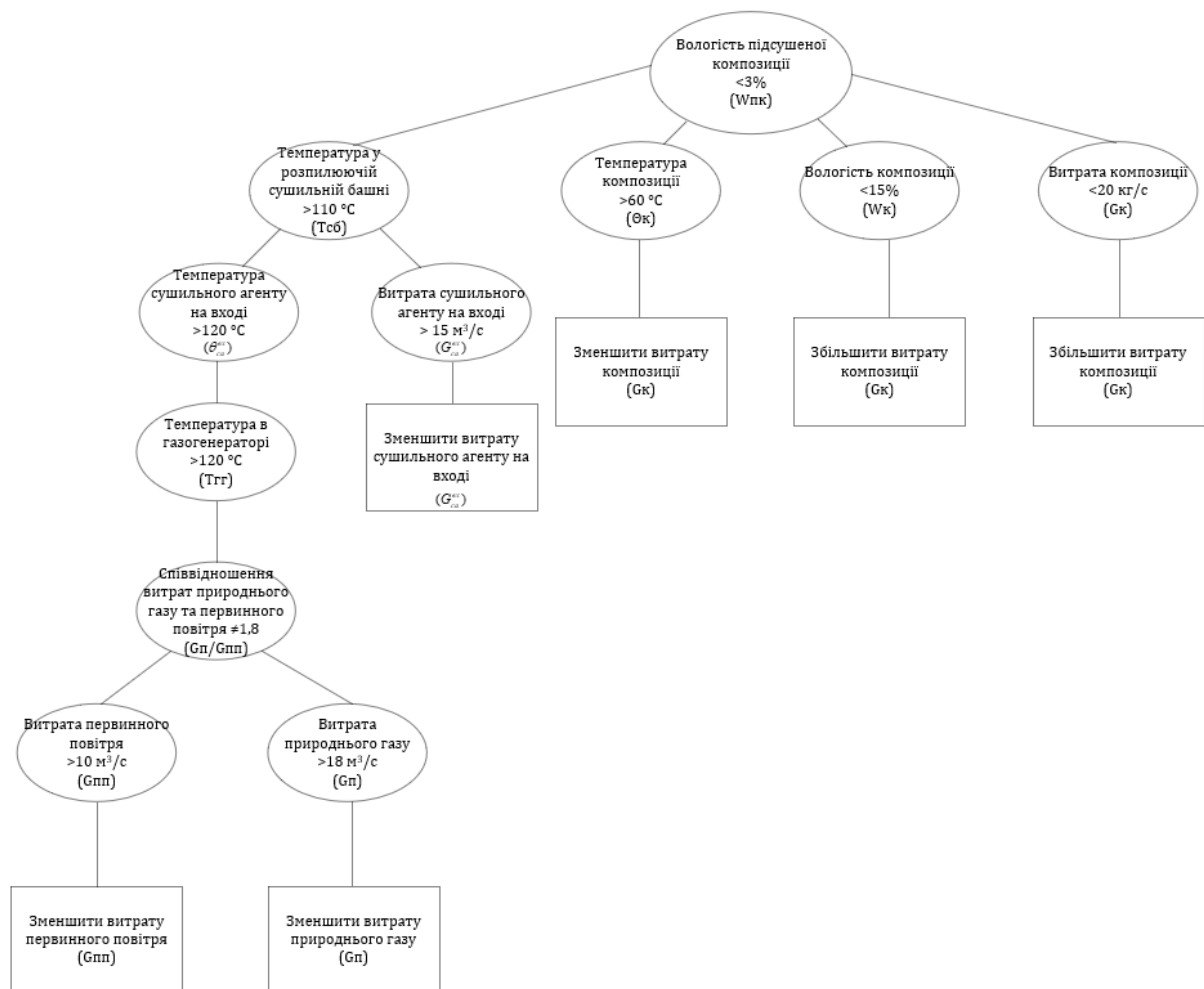


Рисунок 1.7. Аналіз аварійних ситуацій, які можуть призвести до пересушення суміші

Якщо об'єм спожитого природного газу становить 18 м³/с, то витрата природного газу повинна бути зменшена.

Якщо первинна кількість спожитого повітря становить 10 м³/с, то первинну кількість спожитого повітря необхідно зменшити.

Другий крок полягає в тому, що якщо пристрій переповнений сушильним агентом, обсяг споживання слід зменшити вдвічі, тобто 15 м³/день, щоб уникнути перенаповнення, рекомендований курс дій полягає в зменшенні споживання сушильного агента. агент.

2. Спостерігається при вологості висушеної композиції 7%, тобто композиція досить волога (рис.1.8).

2.1) Однією з першочергових причин підвищеної вологості висушеної композиції є її недостатнє висихання, композиція Gk 25 кг/с і для усунення цього необхідно зменшити витрату композиції.

2.2) Наступне пояснення полягає в тому, що температура композиції знижена - $\Theta_k < 45$ °С, що спричиняє неправильне висихання композиції, рішенням є збільшення кількості споживаної композиції.

2.3) Підвищена вологість композиції, яка досягає вежі, також є причиною нестачі продуктів, це не сприяє висиханню продуктів до кінця процесу, тому, щоб вирішити цю проблему, кількість продуктів слід зменшити.

2.4) Низька температура в камері розпилювальної сушарки (T_{sb}) < 100 °С має значний вплив на кінцевий вміст води у висушеній композиції, якщо температура недостатньо висока, виникне проблема недосушування композиції.

Однією з причин низької температури в апараті є низька температура сушильного агента на вході (Θ_{ca}) < 100 °С, що є результатом поганої підготовки агента в газогенераторі ($T_{гг}$) < 100 °С.

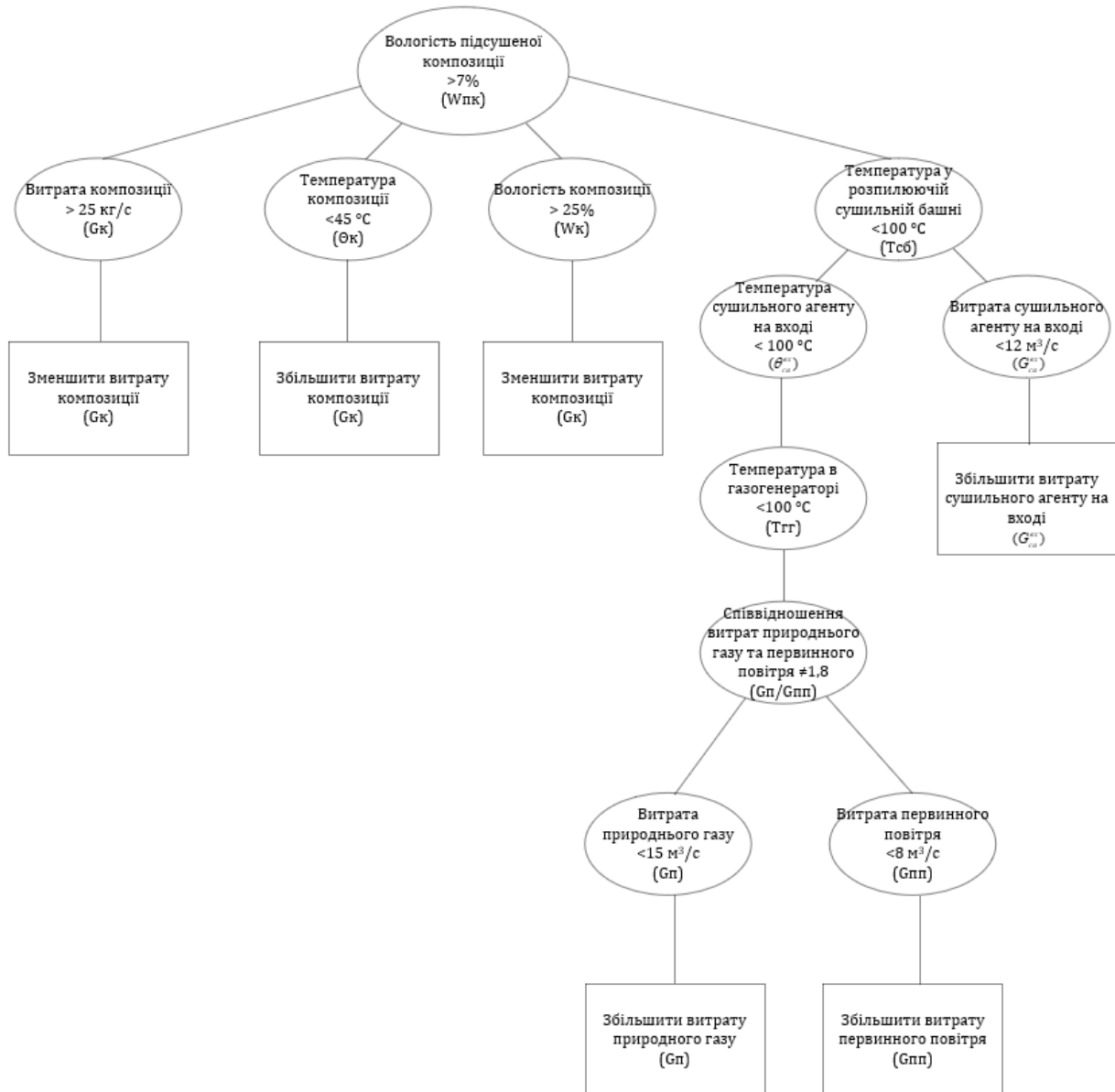


Рисунок 1.8. Аналіз аварійних ситуацій, які можуть призвести до недосушення суміші

Така ситуація може виникнути через відхилення від коефіцієнта споживання природного газу та первинного повітря - $G_p/G_{пп} > 1,8$, що є природним за певних умов:

– витрата природного газу (G_p) становить $15 \text{ м}^3/\text{с}$, у цьому випадку вигідно збільшити споживання природного газу.

- обсяг споживання первинного повітря ($G_{пп}$) становить $8 \text{ м}^3/\text{с}$, у цьому випадку варто збільшити споживання первинного повітря.

Крім того, температура може бути занадто низькою, наприклад, якщо сушильний агент не додано до пристрою в належній кількості. Витрата сушильного агента на вході занадто низька ($G_{sa} < 12 \text{ м}^3/\text{с}$), тому процес подачі агента необхідно регулювати і, якщо потік низький, збільшити.

1.5.2. Аналіз можливості виникнення пересипу

До інших ситуацій, які потребують екстреної уваги, відносяться переливи складу (рис. 1.9) із змішувача, що пов'язано з великою кількістю сировини (L_g) у змішувачі 3,2 м, що спостерігається при великій витраті I-складу I ступеня (G_{k1}), тому для запобігання переливів необхідно знизити витрату складу I ступеня.

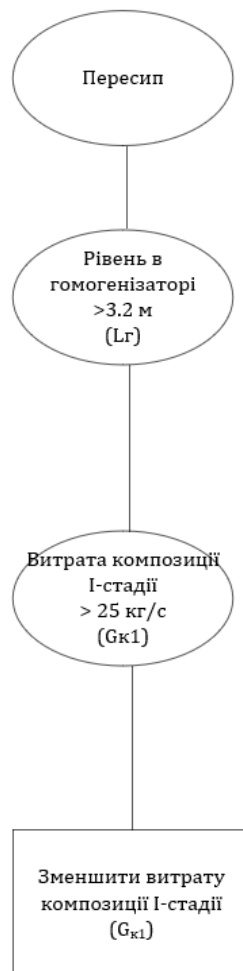


Рисунок 1.9. Граф аварійної ситуації, що може призвести до пересипу

1.5.3. Аналіз можливості виникнення вибуху

Найбільш небезпечною та критичною надзвичайною ситуацією, пов'язаною з виробництвом, є вибух (рис. (1.10)), який може мати суттєві наслідки для виробництва та призвести до його зупинки. У результаті, якщо цієї ситуації не уникнути, ми обговоримо причини, які могли це спричинити.

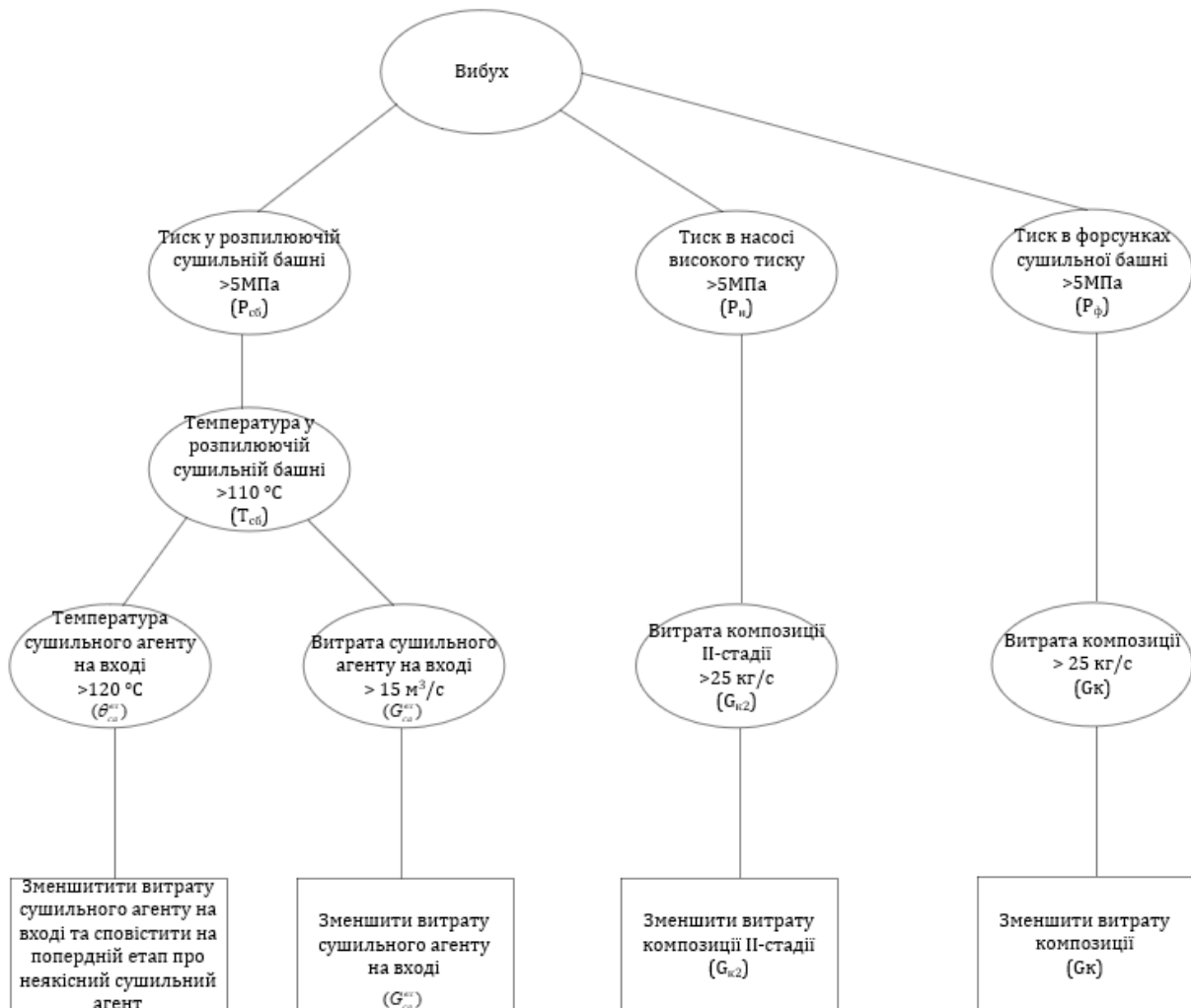


Рисунок 1.10. Граф аварійної ситуації, що може призвести до вибуху

Однією з потенційних причин вибуху є високий тиск у розпилювальній вежі (RSb), який становить 5 МПа. Підвищення тиску зазвичай супроводжується високою температурою в тому ж пристрої (Tsb) 110 °С. Причини підвищеної температури в пристрої подвійні: перша - це, наприклад, надмірне споживання хімічного палива. Об'єм сушильного агента

(Gsa) на вході становить 15 м³/с, а висока температура самого агента (Θsa) становить 120 градусів Цельсія. При підвищенні температури рекомендується зменшити витрату сушильного агента на вході, а на попередньому етапі повідомити про неякісний агент, якщо витрата все одно збільшується, то її необхідно зменшити.

Підвищення тиску в насосі високого тиску (Pн) > 5 МПа - це також може призвести до вибуху. Якщо композиція надмірно прокачується насосом - витрата композиції II ступеня 25 кг/с, це може призвести до великого навантаження на апарат, що може збільшити тиск, зменшити навантаження, витрата II ступеню. -сценічний склад слід скоротити.

Більш високий тиск у форсунках Pф > 5 МПа може призвести до поломки, а в серйозному випадку – до вибуху, щоб забезпечити рівномірне розпилення складу, швидкість потоку складу на вході в пристрій повинна бути зменшеною.

1.5.4. Аналіз можливості виникнення забиття форсунок

У сухій башті для розпилення найважливішим компонентом є форсунка. За допомогою форсунок композиція впорскується в башту під високим тиском, це перетворює її в дисоційовану речовину, яка збільшить об'єм обмінної маси.

Засмічені форсунки можуть викликати такі наслідки:

- втрата продуктивності, пов'язана з виробництвом, що є неприпустимим, оскільки першочерговою метою виробництва є підтримання продуктивності високоякісних синтетичних миючих засобів у високоякісному вигляді;

- відсоток води у висушеній композиції, оскільки композиція повинна бути рівномірно розпорошена по всій вежі, щоб мати якісний процес сушіння, це неможливо в умовах перешкод.

- підвищення тиску в форсунках, це пояснюється неможливістю виходу складу.

Обговоримо (рис. (1.11)) з чим може бути пов'язана закупорка форсунок і спробуємо їх усунути.

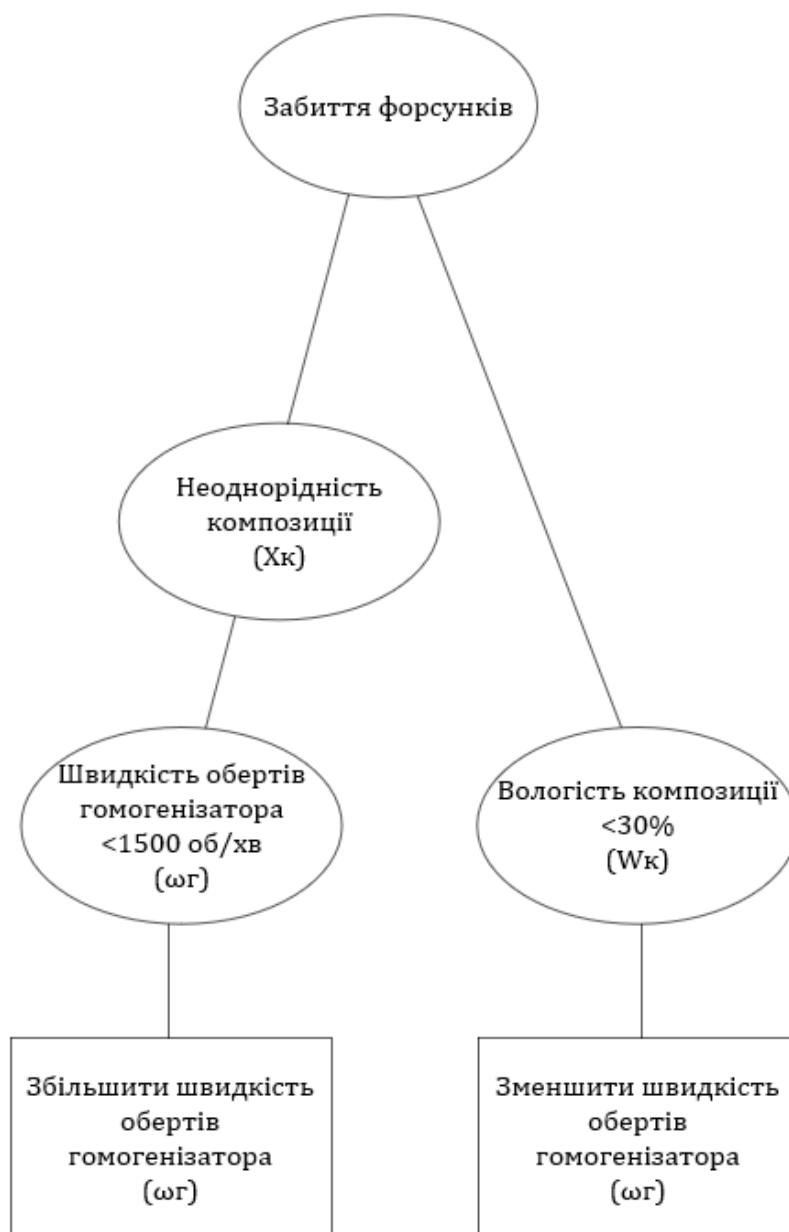


Рисунок 1.11. Граф аварійної ситуації, що може призвести до втрати продуктивності

Засмічення форсунок може бути викликано неоднорідністю складу, в результаті чого утворюються грудочки, що не дозволяють розпилювати

склад, це може бути пов'язано з недостатньою швидкістю роботи гомогенізатора-затору - швидкістю обертання гомогенізатора (ωg) < 1500 об/хв, щоб не відбулося засмічення форсунок, необхідно збільшити кількість обертів гомогенізатор.

Крім того, закупорка форсунок може бути пов'язана з відхиленням вологості композиції від існуючих вимог, а саме при вологості композиції (W_k) < 30%, для підвищення вологості швидкість обертання гомогенізатора (ωg) необхідно зменшити.

1.6 Висновки до першого розділу

На підставі опису технології, аналізу первинного апарату як контролера та існуючих рішень автоматизації процесу сушіння можна зробити висновок, що основними завданнями магістерської роботи є створення системи керування сушінням. процесу, це підвищить ефективність технологічної системи та забезпечить бажані якісні показники продукції.

Для вирішення цих питань з магістерської роботи необхідно зробити наступні задачі:

1. Побудовано базу знань для експертної системи щодо прогнозування та діагностики надзвичайних ситуацій.
2. Розроблено та досліджено систему нечіткості для процесу сушіння в сушильній башті.
3. Створено базу даних для ефективного проектування та впровадження систем автоматизації виробництва.
4. Нейронна мережа використовувалася для прогнозування вологості продуктів на основі температури бризок із сушильної башти.

Також були розглянуті способи збереження заданої продуктивності технологічної лінії при збереженні якості продукції. Для цього була сформована база знань для прогностично-діагностичної системи. Створено

атабулярну форму та граф аварійних ситуацій, що дозволить використати проведені дослідження в програмному забезпеченні експертної системи.

2 СТВОРЕННЯ НЕЧІТКОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

Класичні методи аналізу та керування зазвичай використовуються для детермінованих об'єктів, тоді як нечітка логіка зазвичай використовується для систем із нечітким визначенням. Логіка нечіткого керування (FCL) — це форма цифрового керування, яка використовує властивий змінний у часі характер складних сценаріїв, щоб нагадувати прийняття рішень людиною. NLC — це модель, заснована на правилах виробництва, яка використовує лінгвістичні змінні для прийняття рішень.

лінгвістичні змінні пов'язані з фізичними величинами, які описують якісні властивості системи за допомогою набору слів (наприклад, «низький», «середній», «високий»). Кожен термін складається з різноманітних значень для змінної. Для вибраного діапазону значень фізична величина матиме пов'язаний з нею ступінь 1, для всіх інших значень зв'язок залежатиме від вибраної функції належності. Процес передбачає створення правил на основі мови нечіткої логіки, яка порівнює вхідні дані з вихідними значеннями логічних змінних.

Основою логічного висновку є набір правил, що включає висловлювання у формі «якщо» та функцію атрибуції, пов'язану з кожним лінгвістичним терміном. Процедура аналізу пов'язана з обчисленням ступеня, до якого елемент вхідної змінної включено в нечітку множину з діапазоном $[0, 1]$, де «0» означає, що елемент не існує, а «1» означає, що елемент повністю є частиною набору. Правила виробництва передбачають наявність як вхідних, так і вихідних елементів. Кілька посилок об'єднуються в правила логічним сполучником «І», «АБО».

Процес управління розпочинається шляхом збору даних перед завершенням «до», потім висновків на основі даних і, нарешті, виконання дії «після». На основі вхідної інформації запускається цикл розпізнавання та встановлюється пріоритетність правил виробництва. Процес керування

пов'язаний із вихідною змінною, але фактичний результат не є очевидним для пристрою, який виконує.

У результаті необхідні засоби переходу від невизначеного значення до конкретного значення, це досягається шляхом перетворення лінгвістичних змінних у числові значення.

Компоненти аналізу вхідних змінних, які є функціональними, пов'язані з фазуванням, а рішення – з дефазуванням. Процес контролю ділиться на три частини: перша — легалізація мови змінної, друга — застосування логічної бази до правил, третя — денормалізація змінної (перетворення її на числове значення). залежно від ступеня залежності). Виробничі правила призначені для відображення вхідної інформації в процесі прийняття рішень.

Склад програмного контролера на принципах нечіткої логіки проілюстровано на рис. 2.1 [8].

Контролер, який використовує нечітку логіку для обробки та регулювання сигналів, називається нечітким контролером. Етап обробки даних передбачає застосування відповідних правил до кожного входу, а потім об'єднання результатів. Етап виводу перетворює комбінований результат у конкретний висновок, твердження. Процес передбачає створення правил, які визначаються за допомогою мови нечіткого керування. Таке розуміння менеджменту є корисним для вирішення питань, пов'язаних з аналізом складних систем під час прийняття рішень щодо дій.

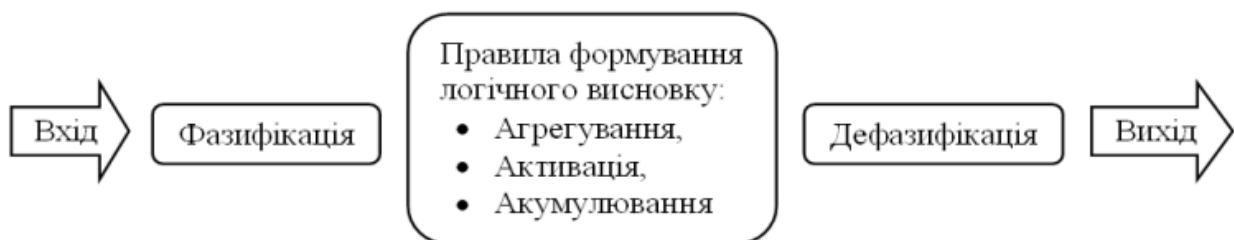


Рисунок 2.1. Структура регулятора нечіткого логічного управління

2.1. Опис задач нечіткої системи керування

При експлуатації сушарки головним завданням є дотримання правил щодо вологості порошку. Цю проблему зазвичай вирішують, підтримуючи постійну температуру в приміщенні сушарки. Певні зміни складу композиції спричиняють незначну зміну вмісту води в продуктах і температури випаровування у зв'язку з продуктом. В результаті температура сушарки повинна змінюватися в залежності від ступеня вологості порошку на виході з пристрою. У цьому випадку рекомендується нечітка система управління (FMS), яка базується на знаннях оперативних співробітників. Для створення нечіткої системи контролю температури газу в просторі сушарки необхідно використовувати нечіткий перетворювач, який визначає призначення ПІ-регулятора в СКУД за температурою газового простору сушарки в залежності від вологості сушарки. порошку на виході цього пристрою.

Частина схеми автоматизації, яка включає вибраний шлях керування, показана на рис.2.2.

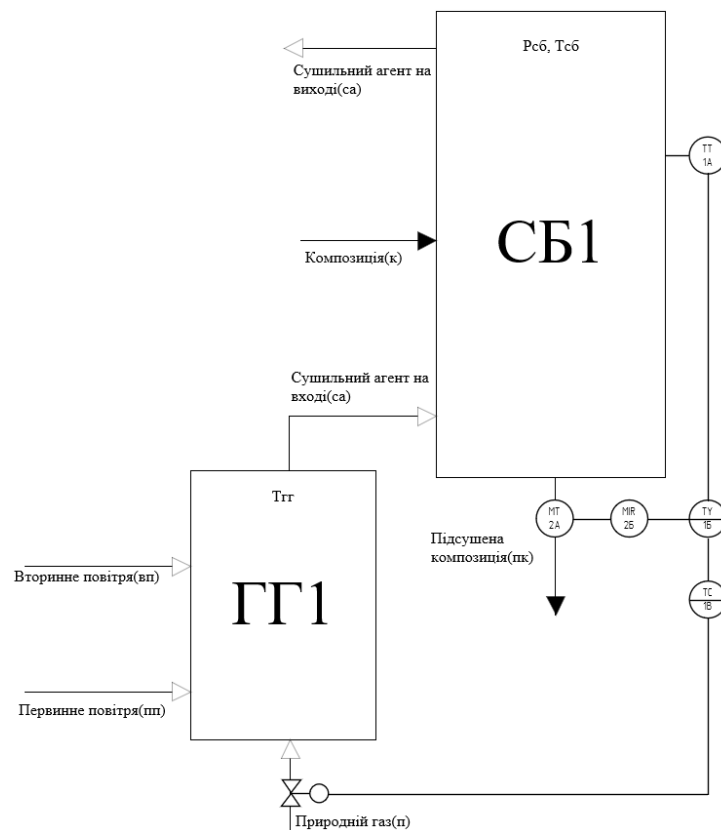


Рисунок 2.2. Частина технологічної схеми з контуром нечіткої логіки

2.2. Створення нечіткої моделі між лінгвістичними змінними

Давайте обговоримо лінгвістичні та нечіткі терміни. Для контролю було обрано вісім лінгвістичних змінних.

1) Керувальна лінгвістична змінна

$T_{сб}$ (температура сушіння) =

«Низька»

«Середня»

«Висока»

Універсум: $100\text{ }^{\circ}\text{C} < T_{сб} \leq 110\text{ }^{\circ}\text{C}$

Керована лінгвістична змінна

$W_{пк}$ (вологість підсушеної композиції) =

«Низька»

«Середня»

«Висока»

Універсум: $3\% < W_{пк} \leq 7\%$

Створимо функції належності для лінгвістичної змінної <Moisture> за допомогою програмного забезпечення MathCAD. Рисунки 2.3 - 2.6 демонструють функції приналежності для термінів: "Низький", "Середній", "Високий".

$$W_{n(x)} = \begin{cases} 1 & \text{if } x < 3.5 \\ \frac{(4.5 - x)}{4.5 - 3.5} & \text{if } 3.5 \leq x \leq 4.5 \\ 0 & \text{if } x > 4.5 \end{cases}$$

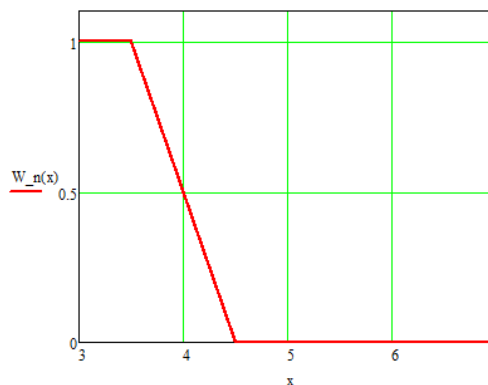


Рисунок 2.3. Функція приналежності терма Вологість "Низька"

$$W_s(x) := \begin{cases} 0 & \text{if } x < 4 \\ \frac{(x-4)}{5.2-4} & \text{if } 4 \leq x \leq 5.2 \\ \frac{(6-x)}{6-5.2} & \text{if } 5.2 \leq x \leq 6 \\ 0 & \text{if } x > 6 \end{cases}$$

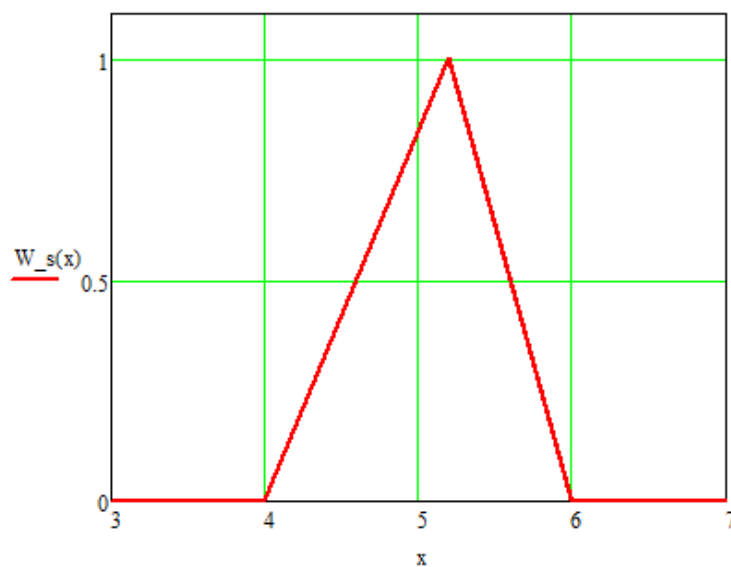


Рисунок 2.4 Функція приналежності терма Вологість “Середня”

$$W_v(x) := \begin{cases} 0 & \text{if } x < 5.4 \\ \frac{(x-5.4)}{6.5-5.4} & \text{if } 5.4 \leq x \leq 6.5 \\ 1 & \text{if } x > 6.5 \end{cases}$$

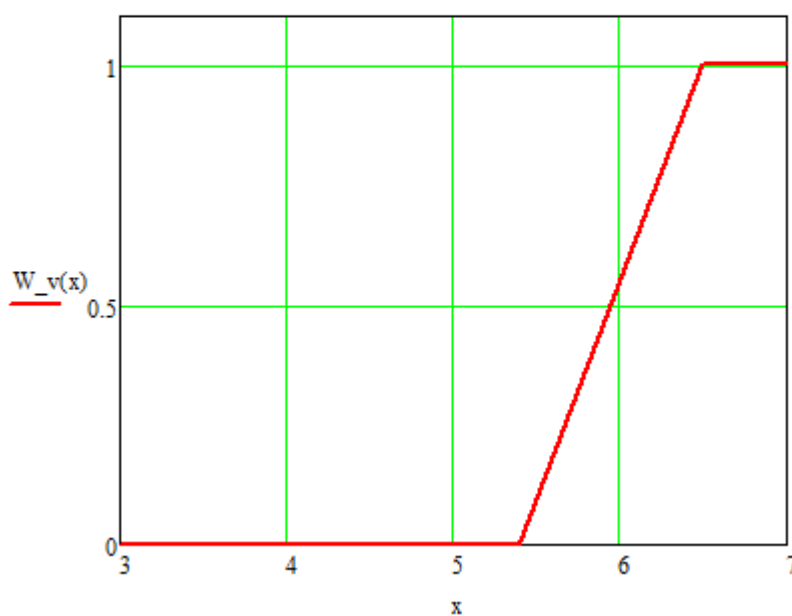


Рисунок 2.5. Функція приналежності терма Вологість “Висока”

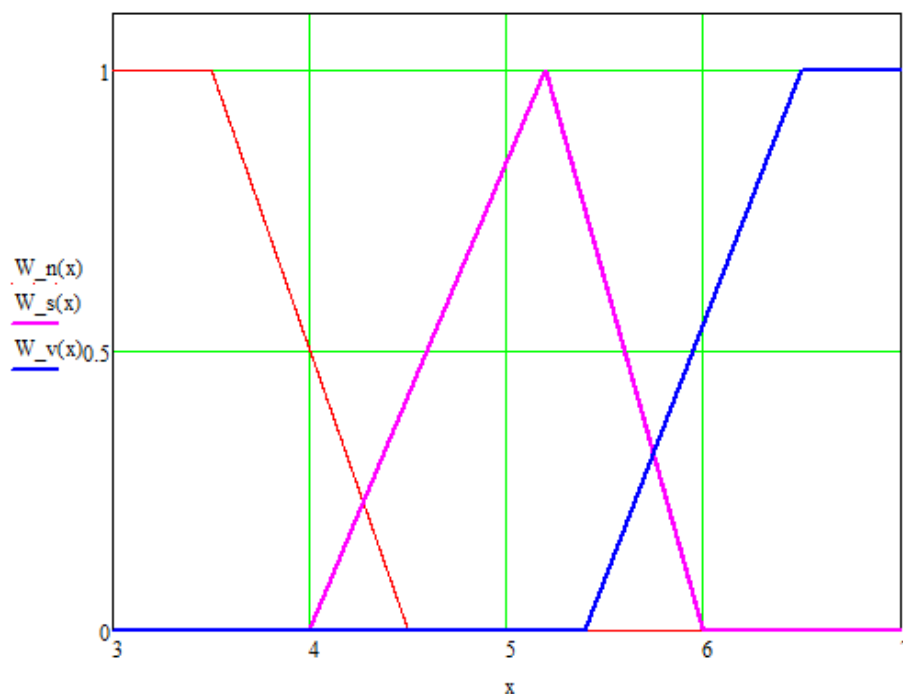


Рисунок 2.6. Функція приналежності трьох термів

Створимо функції належності для лінгвістичної змінної Temperature. Рисунки 2.7 - 2.10 демонструють функції належності для термів: "Низький", "Середній", "Високий".

$$T_n(x) := \begin{cases} 1 & \text{if } x < 102 \\ \frac{(105 - x)}{105 - 102} & \text{if } 102 \leq x \leq 105 \\ 0 & \text{if } x > 105 \end{cases}$$

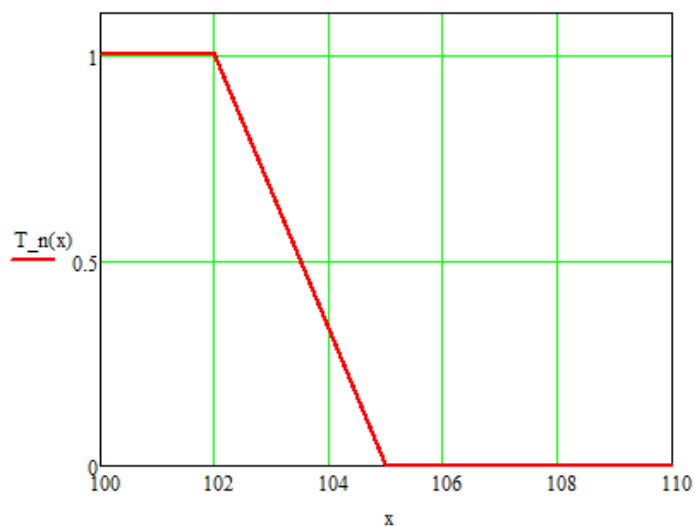


Рисунок 2.7 Функція приналежності терма Температура "Низька"

$$T_s(x) := \begin{cases} 0 & \text{if } x < 103 \\ \frac{(x - 103)}{106 - 103} & \text{if } 103 \leq x \leq 106 \\ \frac{(108 - x)}{108 - 106} & \text{if } 106 \leq x \leq 108 \\ 0 & \text{if } x > 108 \end{cases}$$

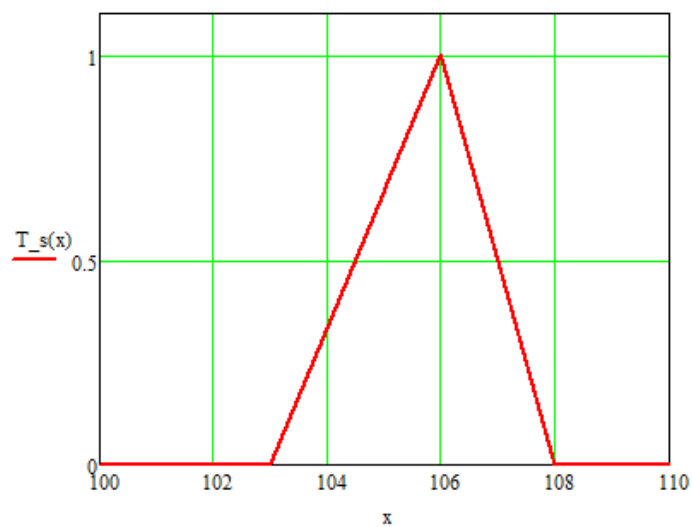


Рисунок 2.8 Функція приналежності терма Температура “Середня”

$$T_v(x) := \begin{cases} 0 & \text{if } x < 106 \\ \frac{(x - 106)}{109 - 106} & \text{if } 106 \leq x \leq 109 \\ 1 & \text{if } x > 109 \end{cases}$$

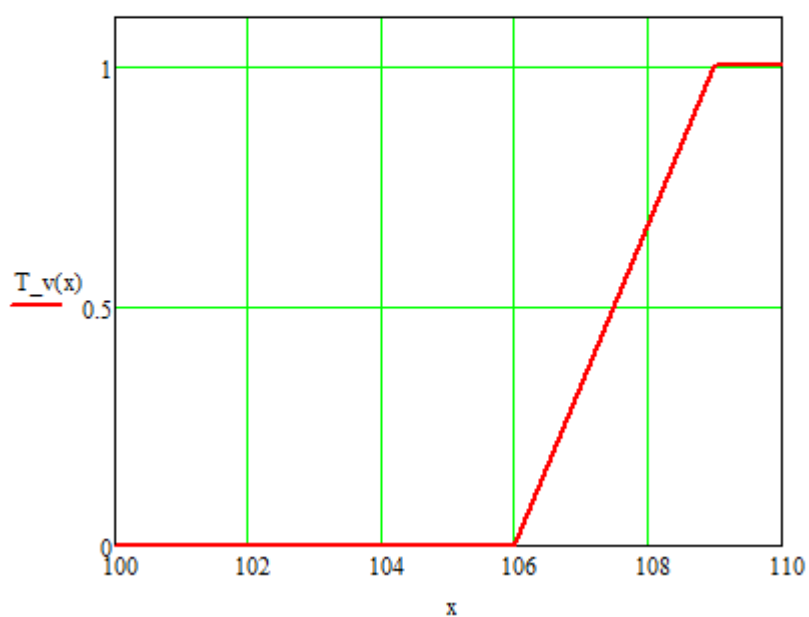


Рисунок 2.9 Функція приналежності терма Температура “Висока”

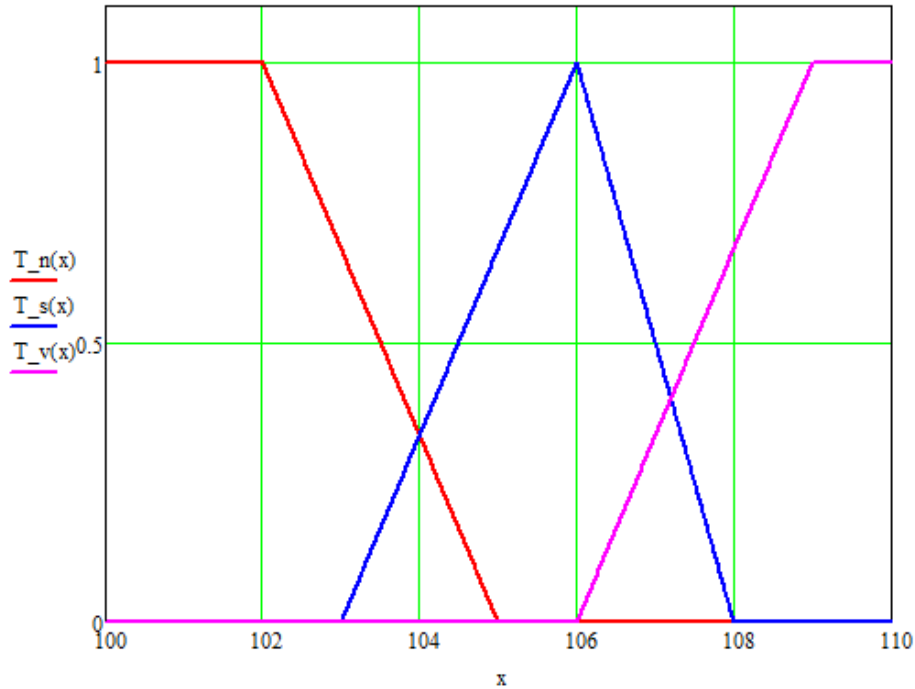


Рисунок 2.10 Функція приналежності трьох термів

2.3 Розробка правил прийняття рішень нечіткою системою керування

Визначимо нечіткі правила управління:

1. If (Вологість = Низька), Then {Температура = Низька};
2. If (Вологість = Середня), Then {Температура = Середня};
3. If (Вологість = Висока), Then {Температура = Висока}.

Припускаючи, що вологість висушеної композиції становить $W = 5,65$.

Оцінимо частоту цієї вологості в кожному i -му місці члена. Результат демонструється на рис.2.11.

$$W_{vh} := 5.65$$

$$n_m := W_n(W_{vh}) \quad n_m = 0$$

$$s_m := W_s(W_{vh}) \quad s_m = 0.437$$

$$v_m := W_v(W_{vh}) \quad v_m = 0.227$$

Рисунок 2.11 Обрахунок ступеню входження тиску у кожен i -й терм

Ступінь участі когось у лівих частинах правил включається в нечіткі набори правих частин правил. Запропоновано два підходи: мінімум і продукт. І об'єднайте це в суперпозицію. Давайте обговоримо два підходи для цього: метод максимуму та метод підсумовування.

Щоб змінити нечіткі набори в потрібних областях правил, ми спочатку використовуємо метод продукту.

Розрахунок методом добутку показано на рис.2.12.

$$T_{nm}(fx) := T_n(fx) \cdot n_m$$

$$T_{sm}(fx) := T_s(fx) \cdot s_m$$

$$T_{vm}(fx) := T_v(fx) \cdot v_m$$

$$T_{m1}(fx) := \max(T_{nm}(fx), T_{sm}(fx), T_{vm}(fx))$$

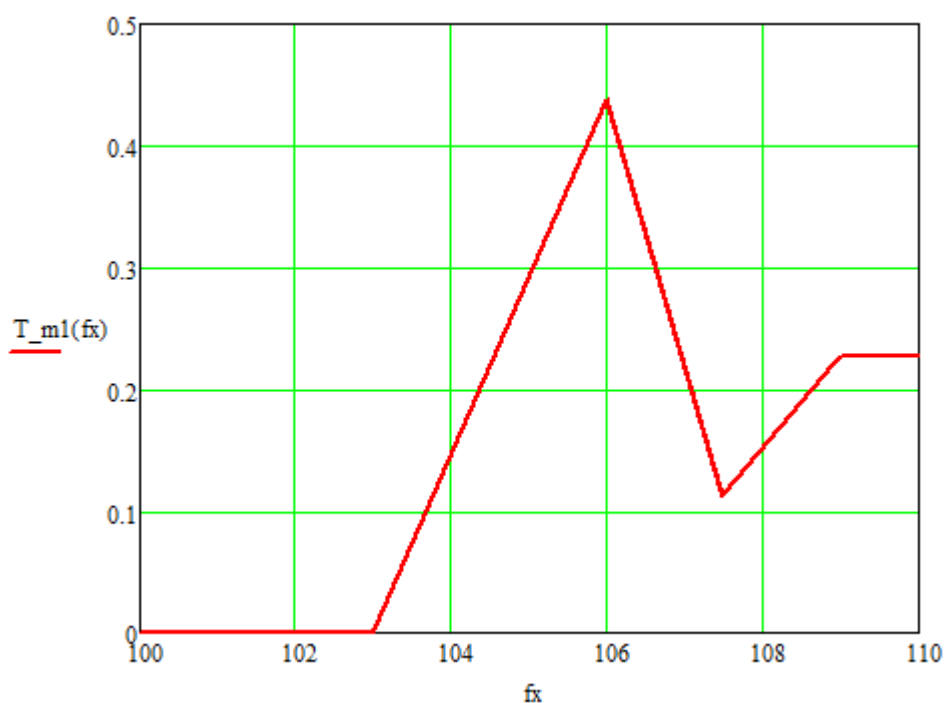


Рисунок 2.12 Модифікація нечітких множин правих частин за правилом добутку

Обрахунок та результат фактичного значення температури представлено на рис.2.13.

$$TT_{m1} := \frac{\int_{100}^{110} fx \cdot T_{m1}(fx) \, dfx}{\int_{100}^{110} T_{m1}(fx) \, dfx}$$

$$TT_{m1} = 106.634$$

Рисунок 2.13 Обрахунок фактичного значення температури

$$T_{m2}(fx) := T_{nm}(fx) + T_{sm}(fx) + T_{vm}(fx)$$

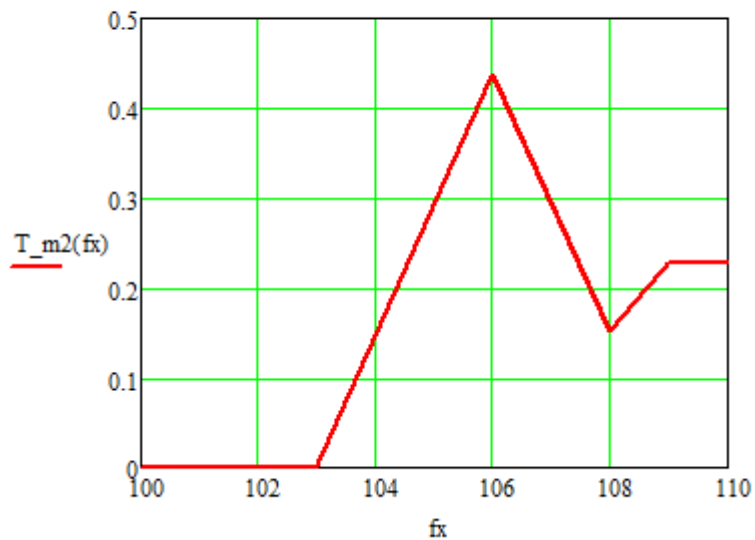


Рисунок 2.14 Модифікація нечітких множин правих частин за правилом добутку (підсумовування)

$$TT_{m2} := \frac{\int_{100}^{110} fx \cdot T_{m2}(fx) \, dfx}{\int_{100}^{110} T_{m2}(fx) \, dfx}$$

$$TT_{m2} = 106.669$$

Рисунок 2.15 Обрахунок фактичного значення витрати

Застосуємо метод мінімуму. Розрахунок методом мінімуму представлено на рис.2.16.

$$T_{nmin}(fx) := \begin{cases} T_n(fx) & \text{if } T_n(fx) \leq n_m \\ n_m & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$T_{smin}(fx) := \begin{cases} T_s(fx) & \text{if } T_s(fx) \leq s_m \\ s_m & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$T_{vmin}(fx) := \begin{cases} T_v(fx) & \text{if } T_v(fx) \leq v_m \\ v_m & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$T_{m1min}(fx) := \max(T_{nmin}(fx), T_{smin}(fx), T_{vmin}(fx))$$

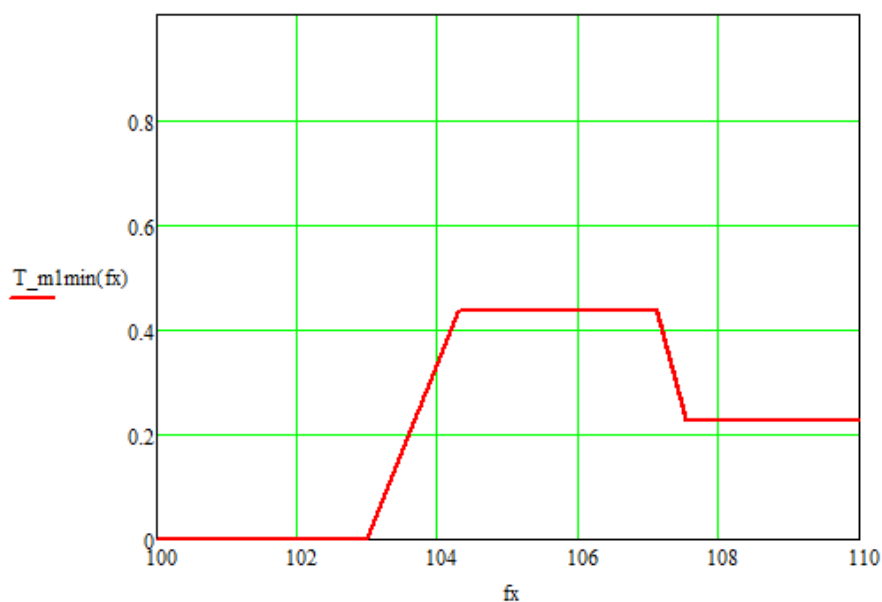


Рисунок 2.16 Модифікацією нечітких множин правих частин за правилом мінімуму

$$TT_{m1min} := \frac{\int_{100}^{110} fx \cdot T_{m1min}(fx) \, dfx}{\int_{100}^{110} T_{m1min}(fx) \, dfx}$$

$$TT_{m1min} = 106.354$$

Рисунок 2.17 Обрахунок фактичного значення температури

$$T_{m2min}(fx) := T_{nmin}(fx) + T_{smin}(fx) + T_{vmin}(fx)$$

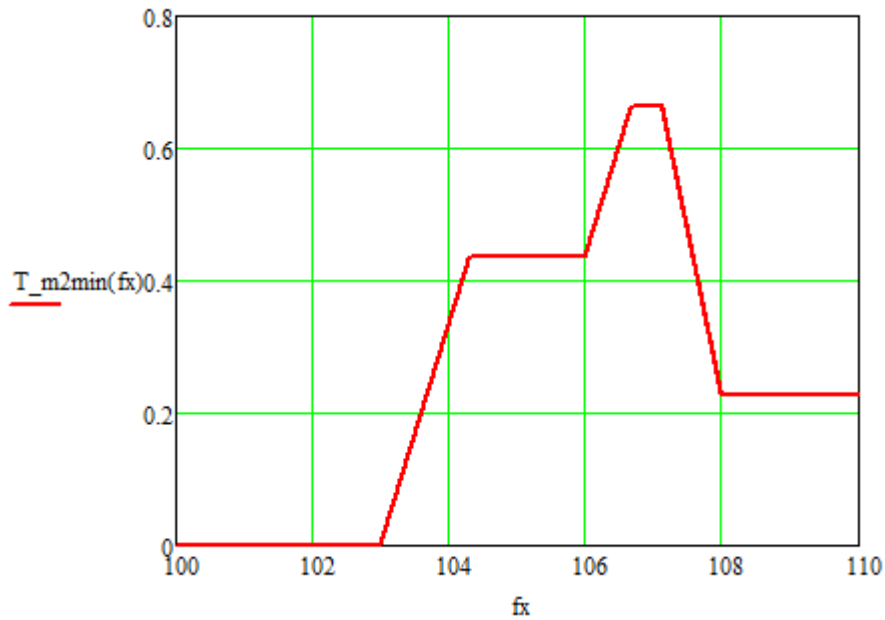


Рисунок 2.18 Модифікація нечітких множин правих частин за правилом мінімуму

$$TT_{m2min} := \frac{\int_{100}^{110} x \cdot T_{m2min}(x) dx}{\int_{100}^{110} T_{m2min}(x) dx}$$

$$TT_{m2min} = 106.439$$

Рисунок 2.19 Обрахунок фактичного значення температури

З розрахунків видно, що обидва методи дають приблизно однакові результати.

Реалізуємо синтез нечіткої системи за допомогою інструментарію MatLab Fuzzy Logic.

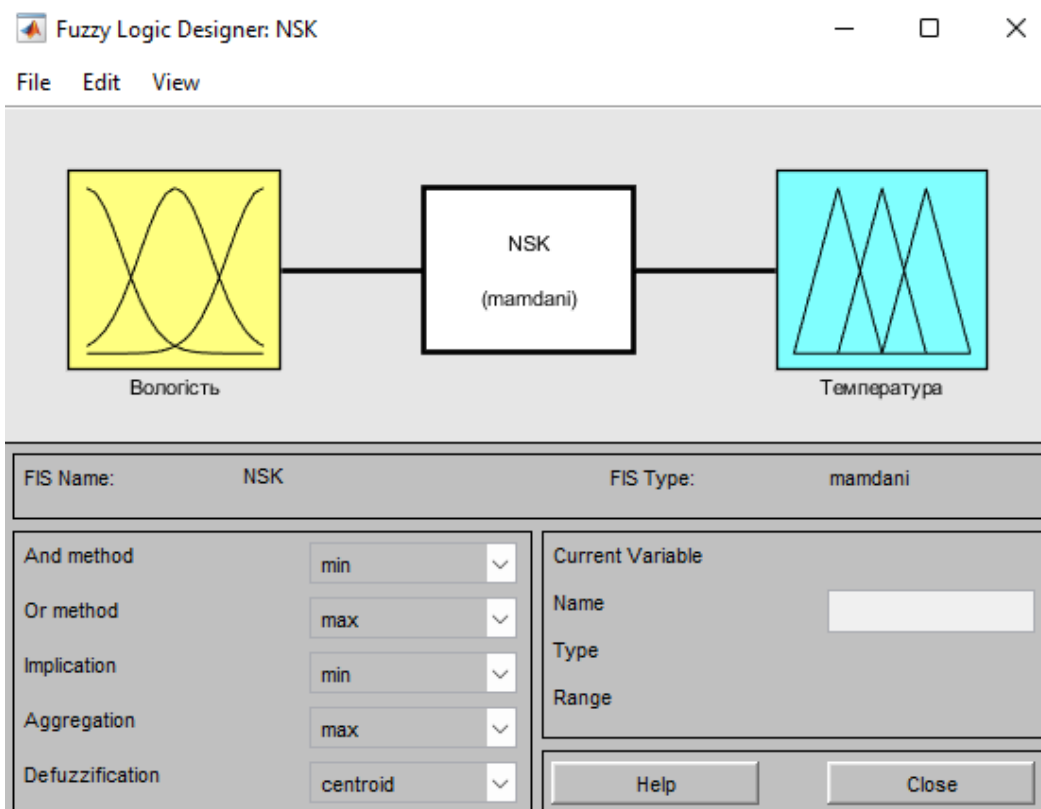


Рисунок 2.20 Вікно нечіткої системи управління

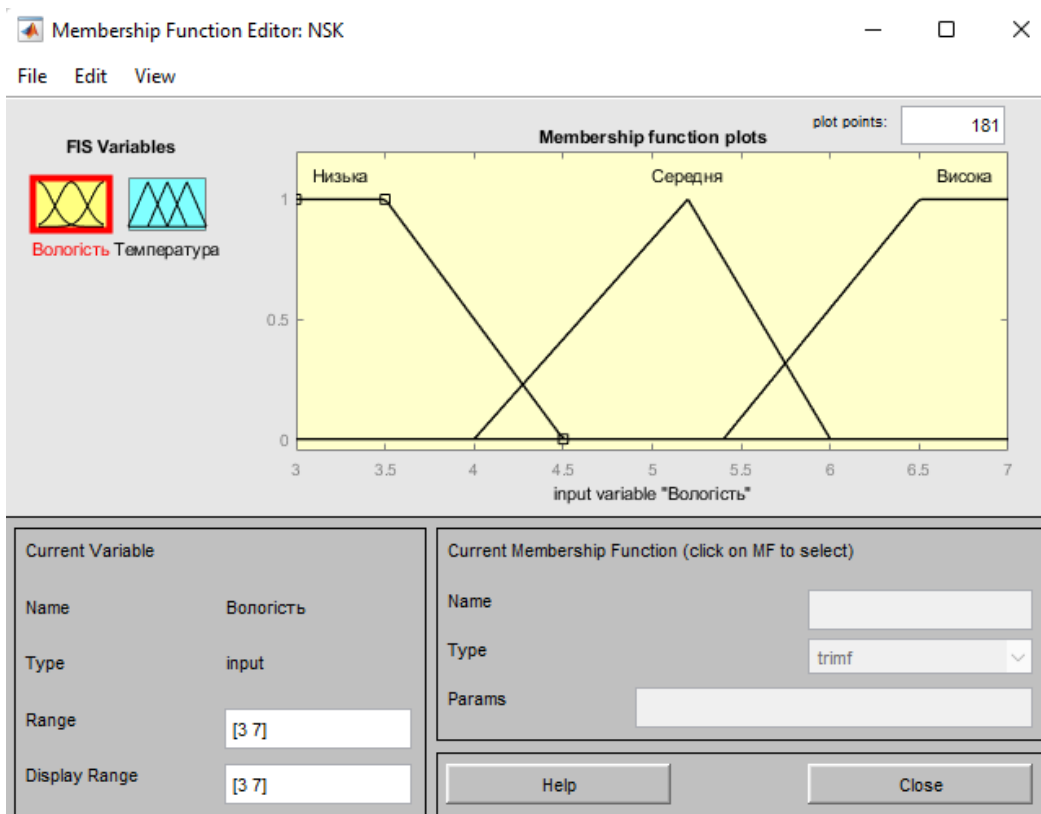


Рисунок 2.21 Функція належності вхідної змінної - Вологість

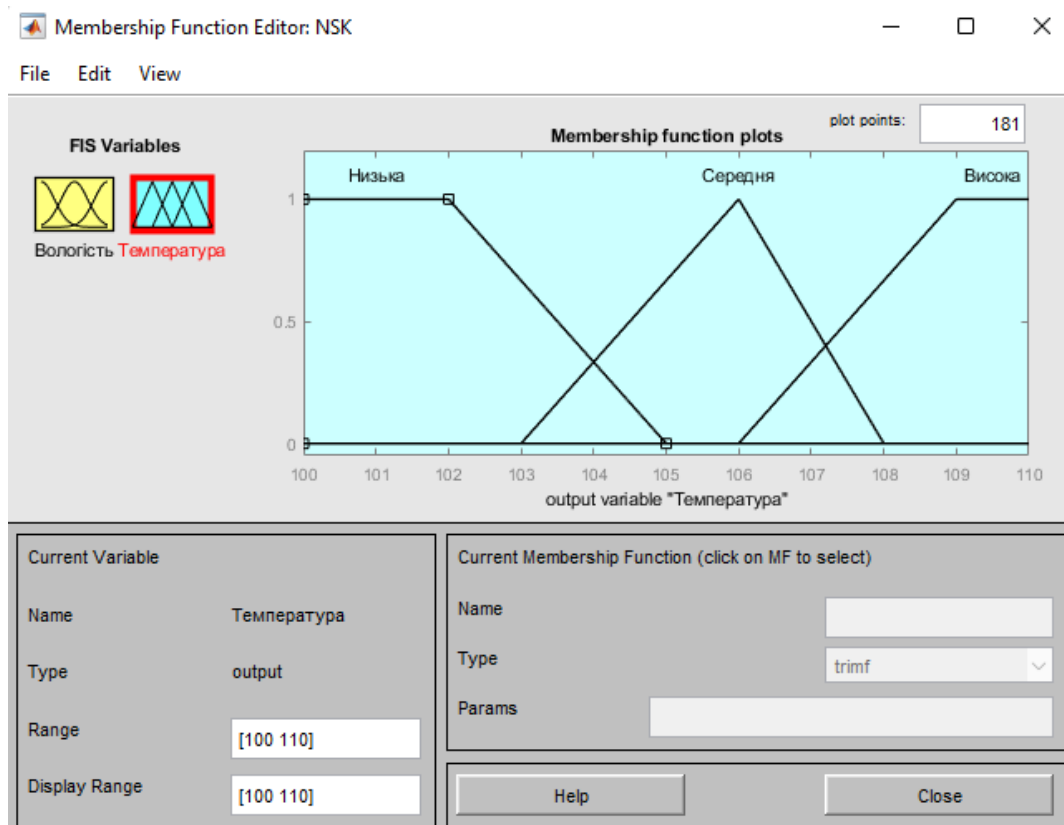


Рисунок 2.22 Функція належності вхідної змінної -Температура

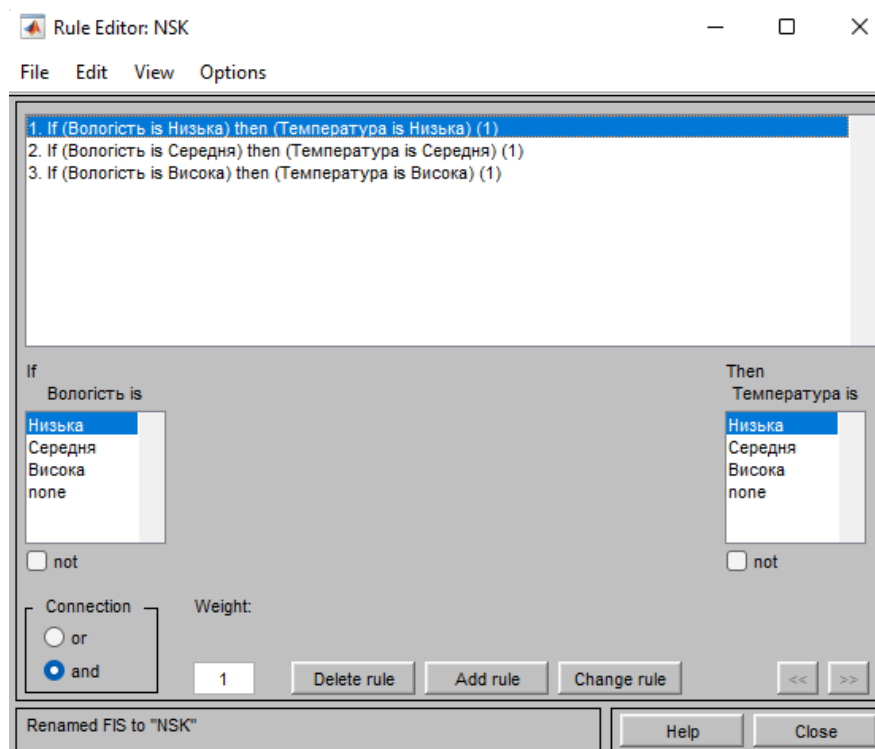


Рисунок 2.23 Правила продукції після того як їх визначено

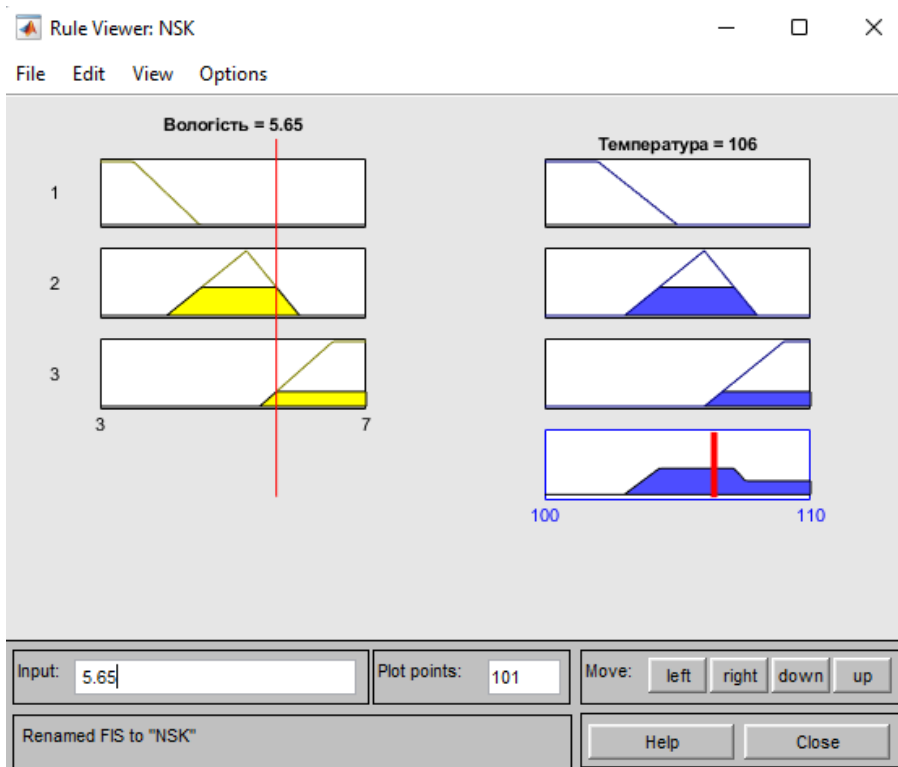


Рисунок 2.24 Результат застосування правил продукції

Після створення в MatLab і MathCad стало очевидним, що обидва інструменти дали однакові результати.

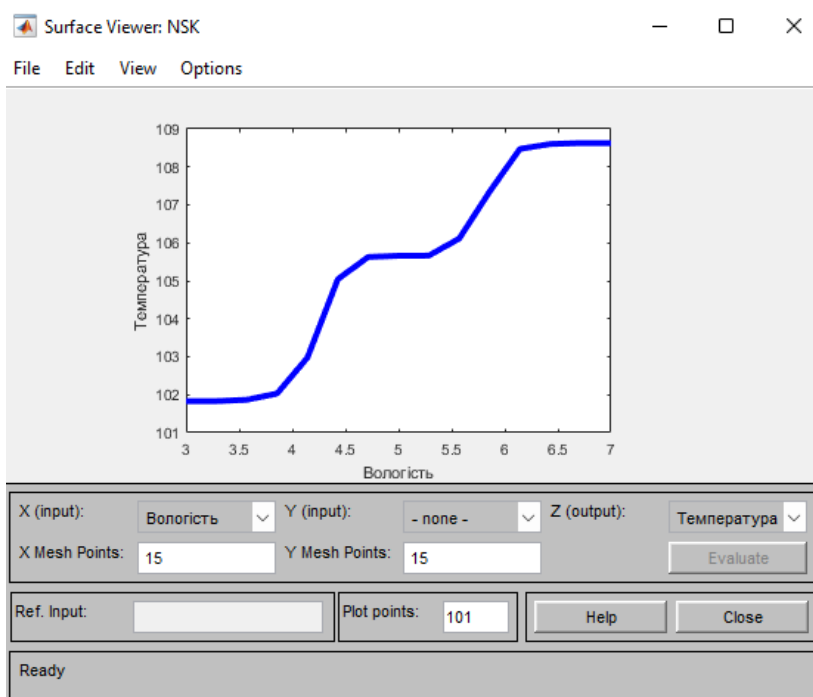


Рисунок 2.25 Поверхня нечіткого висновку

2.4 Висновки до другого розділу

У цій частині були проведені дослідження поєднання нечіткої системи для контролю температури газу в просторі сушарки для зберігання висушеного продукту по відношенню до фактичного ступеня вологи в продукті на виході з сушарки.

Під час дослідження було обрано та описано лінгвістичні змінні, пов'язані з нечітким калькулятором, визначено властивості запропонованих нечітких змінних і створено правила виробництва. Для синтезу NhSK були використані різні підходи до нечіткого включення та об'єднання множин. Остаточна версія NhSK включає використання методу Мамдані (зміна відповідних частин правил - методом мінімуму та об'єднання окремих нечітких наборів - методом максимуму).

На основі вищезазначених правил була створена нечітка поверхня висновку, яка демонструє залежність температури від вологості продуктів або ступеня їх агрегації.

Функціональність NhSK оцінювалася на прикладах, які можна було контролювати в комп'ютерах MathCAD і MathLab.

3 РОЗРОБКА ТА ЗАСТОСУВАННЯ БАЗИ ДАНИХ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВ

Створення систем автоматизації процесів і систем підтримки досліджень нерозривно пов'язане з використанням баз даних.

База даних — це сукупність даних, організованих за певним правилом, які зберігаються в пам'яті комп'ютера, вони представляють поточний стан певної предметної області та використовуються для задоволення інформаційних потреб користувачів.

База даних може бути використана сторонніми особами, які хочуть реалізувати власні рішення, або як частина команди, відповідальної за розробку автоматизованої системи. У найпростішому сценарії база даних представлена файлом конфігурації, який збирає та обробляє дані. Бази даних можна використовувати як джерела інформації для автоматизації процесів, зокрема у виробництві мінючих засобів. Розширення завдань, пов'язаних з базами даних у цих системах, є актуальною справою.

Склад апаратних і програмних компонентів АСУ ТП, як правило, такий:

- сервери, хости та сигналізатори;
- запрограмовані контролери;
- обладнання, яке є дистанційним і контролює збір даних.
- локальні додаткові механізми виконавчого управління, автономні додаткові механізми та ручні додаткові механізми.

Основними атрибутами баз даних і систем керування ними (СУБД) є:

- мати дані, які є мінімально надлишковими, ця інформація допомагає максимізувати їх ефективність в одній або кількох програмах.
- дані не залежать від програми.

Використовуйте стандартні механізми дослідження та зміни даних.

- використовувати засоби збереження автентичності даних і запобігання несанкціонованому доступу;

СУБД пропонують повний контроль над процесом ідентифікації, обробки та використання даних. Вони значно спрощують обробку великої кількості даних, які зберігаються в кількох таблицях.

Усі розглянуті комплекси можна класифікувати за первинною ознакою – типом даних або моделлю та розділити на три категорії: тегові (лінійні), ієрархічні та реляційні. Бази даних цього типу мають інший підхід до зберігання інформації.

База даних тегів містить набір об'єктів (тегів), які є групами складних типів даних, які разом є найпримітивнішими.

Ієрархічна (деревоподібна) база даних — це база даних, яка складається з кількох сегментів даних, кожен сегмент пов'язаний з іншим рівнем, верхній рівень називається коренем, а всі інші рівні пов'язані з одним і лише одним додатковим вузлом.

Реляційна база даних — традиційна модель для зберігання даних, логічно пов'язаних з іншою інформацією (таблицями).

Усі визначення мають спільний атрибут – усі бази даних складаються з численних пов'язаних наборів даних. Відмінність полягає в тому, що в TAG та ієрархічних структурах кластер даних насправді є об'єктом (з точки зору об'єктно-орієнтованого аналізу та програмування), який має властивості (змінні, що зберігають дані) і методи (маршрути, які обчислюють значення, генерують події, тощо). У реляційній моделі дані та методи їх обробки поділяються. Тип бази даних в основному залежить від її архітектурного дизайну. Ми спробуємо вивести його вплив на потужність цих функцій системи управління, включаючи зберігання, обробку та доступ до технічної інформації щодо регулювання та інтеграції баз даних з іншими підсистемами системи управління. Тип бази даних також впливає на процедуру створення та підтримки автоматизованої системи. Процеси, на які він впливає,

- етап створення бази даних: проектування таблиці, вирішення питань тощо;

- асоціація збереженої інформації з компонентами інтерфейсу та мнемонічне представлення технологічної процедури;

Спілкування між технічними експертами та широкою громадськістю також полегшується.

- зміна бази даних під час роботи системи управління.

Бази даних, пов'язані з усіма системами реального часу, які не залежать від моделі даних), мають наступний склад:

- визначення кластерів даних (якщо сама конструкція реляційної бази даних передбачає зберігання однотипних даних в одній області пам'яті, то в тегові та деревоподібні бази даних вводяться класи, що спеціалізуються на цьому типі даних);

Впровадження додаткових методів забезпечення достовірності технологічних даних.

Наявність механізмів перерахунку агрегованої інформації, яка зберігається при появі нових технологічних даних.

3.1 Створення моделі даних

Проектування бази даних є складним творчим процесом, успішна реалізація якого вимагає від розробника бази даних освоєння фундаментальних прийомів розумової діяльності – аналізу, синтезу, порівняння, абстрагування, узагальнення.

Для ефективного, свідомого та творчого використання інструментів, які надають сучасні інформаційні технології, спеціалісти повинні мати всебічне розуміння теоретичних основ цих технологій, здатність досліджувати теми та інформаційну базу свого середовища.

Перш ніж створювати таблиці, форми та інші об'єкти, важливо знати структуру бази даних. Основою структури бази даних є потреби предметної області. Так створюється достатня та ефективна база даних. Процедура створення бази даних є складною процедурою, яка передбачає створення

відповідностей між предметними областями у схемі внутрішньої моделі даних. Ця процедура є серією простіших процедур, які призводять до менш складних позначень. Ця послідовність у процесі проектування завжди переглядається та переглядається, щоб ідентифікувати об'єкти, їхні властивості та зв'язки, які необхідні майбутнім користувачам системи. Однією з найскладніших частин процесу проектування бази даних є створення таблиць, оскільки результати бази даних (звіти, вихідні форми тощо) мають залежати від таблиць. Не завжди розголошуйте весь склад столу. Під час створення таблиць вам не потрібна система керування базою даних для розробки.

Для створення бази даних для автоматизованої системи виробництва синтетичних миючих засобів були використані наступні таблиці:

1) «Контур керування» (рис. 3.1) — містить інформацію щодо «номера контуру» (первинне поле), «об'єкта керування» (вторинне поле), список об'єктів керування отримується за допомогою майстра підстановки з Таблиця «Об'єкт керування», це фактично номер об'єкта, «назва параметра» (основне поле), «речовина» (вторинне поле), «тип схеми» (основне поле) і «Сигналізація» (вторинне поле).). Перелік усіх полів наведено в додатку. Інформація щодо полів таблиці в дизайні відображається на рис.3.2.

Номер контуру	Об'єкт керування	Номер об'єкта	Назва параметру	Речовина	Тип контуру	Сигналізація	Статус пер	Правило
1	Дозатор ПАР	1	Рівень	ПАР	Контроль	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Дозатор рідкого скла	2	Рівень	Рідке скло	Контроль	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Дозатор промислових вод	3	Рівень	Промислові води	Контроль	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Дозатор MgSO ₄ та НМЦ	4	Рівень	MgSO ₄ , НМЦ	Контроль	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Дозатор Na ₂ CO ₃ та трилану Б	5	Рівень	Na ₂ CO ₃ , трилан Б	Контроль	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Дозатор триполіфосфату та оптичного відбілювача	6	Рівень	Триполіфосфат, оптичний	Контроль	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Реактор-змішувач	7	Витрата	Сировина	Контроль, регулювання	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Реактор-змішувач	7	Витрата	42% NaOH, СЖК	Контроль, регулювання	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Проміжний збірник	9	Рівень	Сировина	Контроль, регулювання	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Деаератор	11	Рівень	Сировина	Контроль, регулювання	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Розпилююча сушильна башта	15	Тиск	СМЗ	Контроль	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	Розпилююча сушильна башта	15	Тиск	СМЗ	Контроль	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Розпилююча сушильна башта	15	Тиск	СМЗ	Контроль	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	Розпилююча сушильна башта	15	Тиск	СМЗ	Контроль	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Рисунок 3.1. Таблиця “Контур керування” - режим заповнення

Контур керування	
Имя поля	Тип данных
Номер контуру	Числовой
Об'єкт керування	Числовой
Номер об'єкта	Числовой
Назва параметру	Короткий текст
Речовина	Короткий текст
Тип контуру	Короткий текст
Сигналізація	Логический
Статус перевірки	Логический
Правильність контуру	Логический

Рисунок 3.2. Таблиця “Контур керування” - режим конструктору

Об'єкт керування		
Номер в схемі	Об'єкт керування	
+	1	Дозатор ПАР
+	2	Дозатор рідкого скла
+	3	Дозатор промислових вод
+	4	Дозатор MgSO ₄ та HMLЦ
+	5	Дозатор Na ₂ CO ₃ та трилану Б
+	6	Дозатор триполіфосфату та оптич
+	7	Реактор-змішувач
+	8	Насос
+	9	Проміжний збірник
+	10	Фільтр грубої очистки
+	11	Деаератор
+	12	Фільтр тонкої очистки
+	13	Гомогенізатор
+	14	Насос високого тиску
+	15	Розпилююча сушильна башта
+	16	Газогенератор
+	17	Вентилятор
+	18	Циклон
+	19	Пилеосаджувач
+	20	Електрофільтр

Рисунок 3.3. Таблиця “Об'єкт керування” - режим заповнення

2) «Об'єкт управління» - на цьому малюнку (рис. 3.3) інформація в полях «номер на схемі» є унікальною і пов'язана з об'єктом управління. Візуальне представлення режиму показано на рисунку 3.4.

Об'єкт керування	
Имя поля	Тип данных
Номер в схемі	Числовой
Об'єкт керування	Короткий текст

Рисунок 3.4. Таблиця “Об’єкт керування” - режим конструктору

3) «Параметр вимірювання» — містить дані (рис. 3.6 назв параметрів, що підлягають вимірюванню, «імена параметрів» виводяться з унікального «Ідентифікатора»). Дизайн таблиці демонструється на малюнку 3.6.

Ідентифікатор	Назва параметру
1	Рівень
2	Витрата
3	Температура
4	Тиск

Рисунок 3.5. Таблиця “Параметр вимірювання” - режим заповнення

Параметр вимірювання	
Имя поля	Тип данных
Ідентифікатор	Счетчик
Назва параметру	Короткий текст

Рисунок 3.6. Таблиця “Параметр вимірювання” - режим конструктору

2) Таблиця «ТЗА (специфікація)» містить дані (рис. 3.7) щодо технічних аспектів автоматизації, вона містить такі поля:

Позиція на схемі	Номер контуру	Місце монтажу	Речовина	Назва та характеристика	Модель приладу	Завод виробник
13а	13	Місцевий	СМЗ	Вимірювальний перетворювач різниці тисків; Рдоп.тах = 1 МПа; межа основної припустимої похибки ±0,25%; вихідний сигнал 4-20 мА	Сафір 22ДД-2450	ВАТ «Промприлад», м. Івано-Франківськ
13б	13	Місцевий	СМЗ	Вимірювальний тензоперетворювач різниці тисків ΔРтах = 1,6 МПа, температура 5...50 °С, матеріал мембрани – сплав 06ХН28МДТ; Івих = 4...20 мА	САФІР-М, мод.2460	ЗАТ «Манометр», м. Харків
13в	13	Щит керування	СМЗ	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад; вхідні сигнали: 0...5 мА, 4...20 мА; НСХ перетворювачів: термоелектричних – В, К, L, S, опору – 50П, 100П, 50М, 100М	ДИСК 250ДД	ЗАТ «Промышленная группа „Метран“», м. Челябинськ
14а	14	Місцевий	СМЗ	Вимірювальний перетворювач різниці тисків; Рдоп.тах = 1 МПа; межа основної припустимої	Сафір 22ДД-2450	ВАТ «Промприлад», м. Івано-Франківськ

Рисунок 3.7. Таблиця “ТЗА(специфікація)” - режим заповнення

«позиція на схемі» (критичне поле) - зберігає інформацію про положення датчика/пристрою на схемі автоматизації, безпосередньо пов'язану з наступним полем - «номер контуру»

«Номер контура» – показує співвідношення між позицією та схемою на номері ланцюга.

«Місце монтажу» - це місце дозволяє вибрати інформацію зі списку опцій, створених за допомогою майстра, який замінює інформацію, ці опції показано на малюнку 3.8.

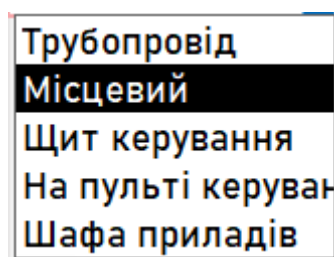


Рисунок 3.8. Список поля “місце монтажу”

«ім'я та атрибути» - описує короткий характер пристрою/сенсора та діапазон вимірювань, які він охоплює.

«назва пристрою» – назва пристрою

«підприємство виробника» – адреса та назва компанії, де виготовлено пристрій, інформація може бути розширена шляхом включення контактів виробника та іншої відповідної інформації.

Таблицю в режимі конструктору можна побачити на малюнку 3.9.

ТЗА(специфікація)	
Имя поля	Тип данных
Позиція на схемі	Короткий текст
Номер контуру	Числовой
Місце монтажу	Короткий текст
Речовина	Короткий текст
Назва та характеристика	Длинный текст
Модель приладу	Короткий текст
Завод виробник	Короткий текст

Рисунок 3.9. Таблиця “ТЗА(специфікація)” - режим конструктору

Схема даних (рис. 3.10) наочно зображує логічну структуру бази даних: таблиці та зв'язки між ними, а також забезпечення використання зв'язків, які вже є під час обробки даних. Поряд з типами полів описує модель даних предметної області.

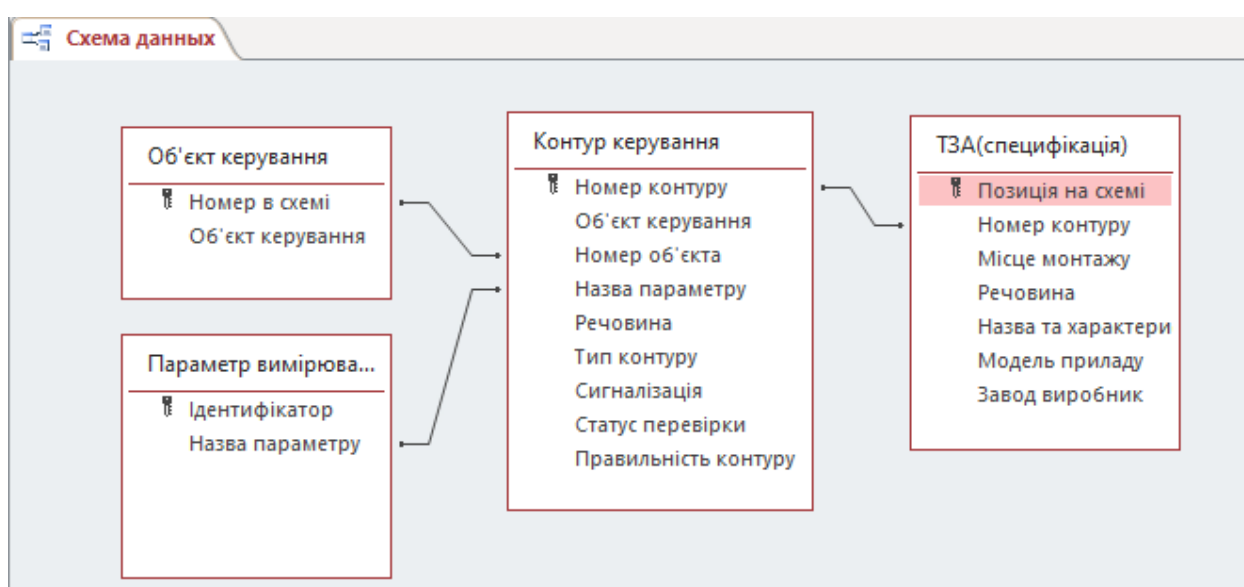


Рисунок 3.10. Схема даних

3.2 Формування запитів за допомогою СКБД

Запити — це спеціальні об'єкти, які використовуються для отримання інформації з таблиць бази даних і для виконання обчислень та інших дій з базовими таблицями, ці дії включають перетворення. Однак це не стосується справжньої таблиці, цей набір записів фактично не зберігається в базі даних. Запит створює таблицю.

Запити можуть бути найрізноманітнішими, зупинимося на найпоширеніших.

Зразок запиту - цей запит використовується для вибору відповідної інформації для користувача, яка зберігається в таблиці. Вони обмежені зв'язаними таблицями. У Прикладі запитів можна визначити умови, яких потрібно виконати, щоб вибрати потрібне значення у відповідному стовпці. Коли ви вибираєте, які критерії використовувати, ви можете використовувати оператори $>$, $<$, $=$, $>=$ (більше або дорівнює), $<=$ (менше або дорівнює), $<>$ (не дорівнює).

Запит на основі параметрів. Унікальний тип запиту, який називається параметризованим запитом, дозволяє користувачеві вводити критерії вибору даних під час виконання запиту. Цей метод сприяє гнучкості основи.

Зведені запити повністю відрізняються від звичайних запитів. Їх поля поділяються на дві категорії:

- поля пакетів даних;
- поле, на якому проводиться розрахунок.

Запит, який обчислює значення всіх полів із числами, називається підсумковим запитом. Остаточний запит може обчислити загальне або середнє значення всіх комірок у полі, він також може вибрати максимальне або мінімальне значення даних у полі та може виконувати інші додаткові функції.

Перехресний запит — це статистичний запит, який створює таблицю результатів, подібну до зведеної таблиці Excel. Запит із перехресним посиланням є корисним завдяки своїм 4 перевагам:

1) Здатність працювати з великими обсягами даних і відображати їх у форматі, який добре підходить для автоматичного створення графіків і таблиць;

2) Легкість і швидкість розробки для складних запитів, які мають кілька рівнів деталізації.

Однак у них є і негативні сторони: наприклад, ви не можете розрізнити таблицю результатів за значеннями в стовпцях, тому що в переважній більшості випадків неможливо розрізнити дані в стовпцях за всіма рядків одночасно. Ви можете вказати сценарію сортувати рядки за зростанням або спаданням. Перехресна таблиця полегшує представлення інформації в атабулярному вигляді.

Використання створеної бази через Access передбачає наступні запити, що значно пришвидшить пошук і перегляд відповідних даних.

«Статус перевірено», цей запит допомагає отримати доступ до даних із таблиці «Контур керування», у якій є поле «Перевірити статус», яке містить значення «ІСТИНА». Ця таблиця дає змогу переглядати всі контури, які були оцінені менеджером бази даних. У табличному режимі запит представлено на рисунку 3.11, а умови вибору запиту можна налаштувати та перевірити в режимі конструктора (рис. 3.12).

Статус пер	Номер контуру	Об'єкт керування	Номер об'єкта	Назва параметру	Речовина	Тип контуру	Сигналіза	Правиль
<input checked="" type="checkbox"/>	2	Дозатор рідкого скла	2	Рівень	Рідке скло	Контроль	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	7	Реактор-змішувач	7	Витрата	Сировина	Контроль, регулювані	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	5	Дозатор Na ₂ CO ₃ та трилану Б	5	Рівень	Na ₂ CO ₃ , трилан Б	Контроль	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	6	Дозатор триполіфосфату та опти	6	Рівень	Триполіфосфат, опти	Контроль	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Рисунок 3.11. Запит “Статус переглянуто” - режим таблиці

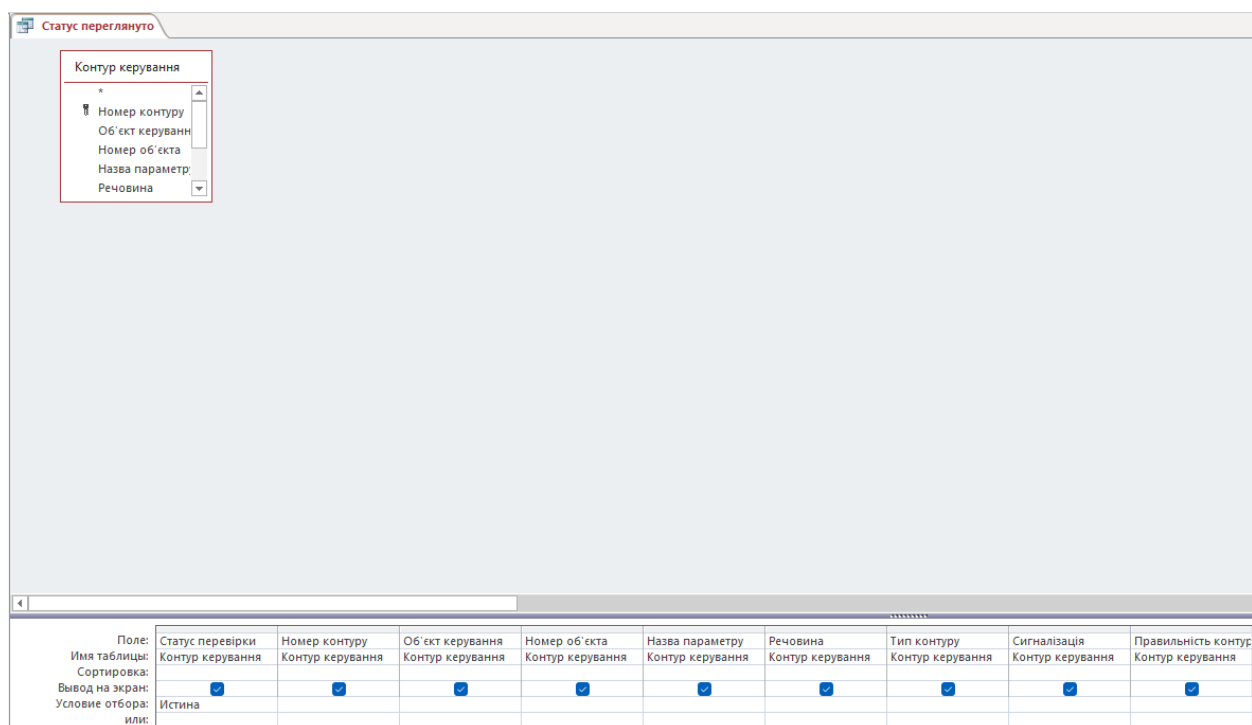


Рисунок 3.12. Запит “Статус переглянуто” - режим конструктору

На основі попереднього запиту створено запит «Правильний контур» (рис. 3.13), який надає вам доступ до даних із запиту (на основі запиту, це запитний підхід), на нових умовах, для приклад, в якому поле «ІСТИНА» - «Правильність контуру», умови визначені в режимі конструктора - рис.3.14;

Статус пер	Номер контуру	Об'єкт керування	Номер об'єкта	Назва параметру	Речовина	Тип контуру	Сигналіза	Правиль
<input checked="" type="checkbox"/>	2	Дозатор рідкого скла	2	Рівень	Рідке скло	Контроль	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	7	Реактор-змішувач	7	Витрата	Сировина	Контроль, регулюван	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	6	Дозатор триполіфосфату та опти	6	Рівень	Триполіфосфат, опти	Контроль	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Рисунок 3.13. Запит “Контур правильний” в режимі таблиці

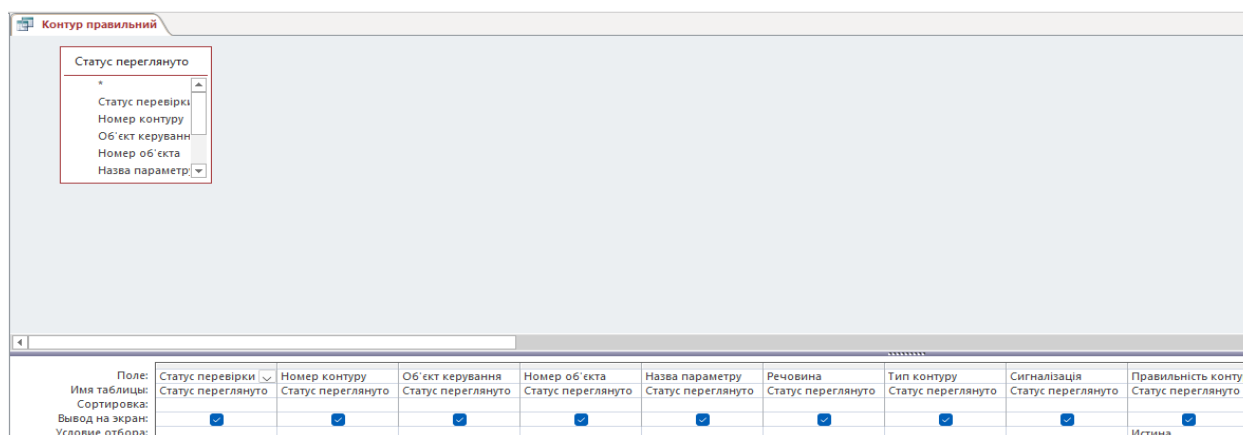


Рисунок 3.14. Запит “Контур правильний” - режим конструктору

Наступний запит «Тип контуру» - з полем введення (рис. 3.15) для вибору типу контуру, який ми хочемо відобразити у форматі таблиці, це дозволяє відображати інформацію в таблиці (рис. 3.16) усіх поверхонь, що містять виділений тип поверхні, для здійснення виділення через поле введення необхідно встановити умови в режимі конструктора (рис.3.17);

Введіть значення параметра ? X

Введіть тип контуру:

OK Отмена

Рисунок 3.15. Поле запиту “Тип контуру”

Тип контуру	Номер контуру	Об'єкт керування	Номер об'єкта	Назва параметру	Речовина
Контроль	3	Дозатор промислових вод	3	Рівень	Промислові води
Контроль	3	Дозатор промислових вод	3	Рівень	Промислові води
Контроль	3	Дозатор промислових вод	3	Рівень	Промислові води
Контроль	2	Дозатор рідкого скла	2	Рівень	Рідке скло
Контроль	2	Дозатор рідкого скла	2	Рівень	Рідке скло
Контроль	2	Дозатор рідкого скла	2	Рівень	Рідке скло
Контроль	1	Дозатор ПАР	1	Рівень	ПАР
Контроль	1	Дозатор ПАР	1	Рівень	ПАР
Контроль	1	Дозатор ПАР	1	Рівень	ПАР
Контроль	4	Дозатор MgSO4 та НМЦ	4	Рівень	MgSO4, НМЦ
Контроль	4	Дозатор MgSO4 та НМЦ	4	Рівень	MgSO4, НМЦ
Контроль	4	Дозатор MgSO4 та НМЦ	4	Рівень	MgSO4, НМЦ
Контроль	13	Розпилююча сушильна башта	15	Тиск	СМЗ
Контроль	13	Розпилююча сушильна башта	15	Тиск	СМЗ
Контроль	13	Розпилююча сушильна башта	15	Тиск	СМЗ
Контроль	14	Розпилююча сушильна башта	15	Тиск	СМЗ
Контроль	14	Розпилююча сушильна башта	15	Тиск	СМЗ
Контроль	14	Розпилююча сушильна башта	15	Тиск	СМЗ
Контроль	14	Розпилююча сушильна башта	15	Тиск	СМЗ
Контроль	15	Розпилююча сушильна башта	15	Тиск	СМЗ
Контроль	15	Розпилююча сушильна башта	15	Тиск	СМЗ
Контроль	15	Розпилююча сушильна башта	15	Тиск	СМЗ

Рисунок 3.16. Запит “Тип контуру” - режим таблиці

Поле:	Тип контуру	Номер контуру	Об'єкт керування	Номер об'єкта	Назва параметру	Речовина
Имя таблицы:	Контур керування	Контур керування	Контур керування	Контур керування	Контур керування	Контур керування
Сортировка:						
Вывод на экран:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Условие отбора:	[Введіть тип контуру:					
или:						

Рисунок 3.17. Запит “Тип контуру” - режим конструктору

За допомогою запитів можна легко сортувати за полями таблиці, це досягається шляхом вибору поля, яке потрібно сортувати, в режимі конструктора (рис. 3.18) і в полі «Сортування» вибрати відповідний тип сортування, наприклад, запит «Сортування за номером контуру» (рис.3.19).

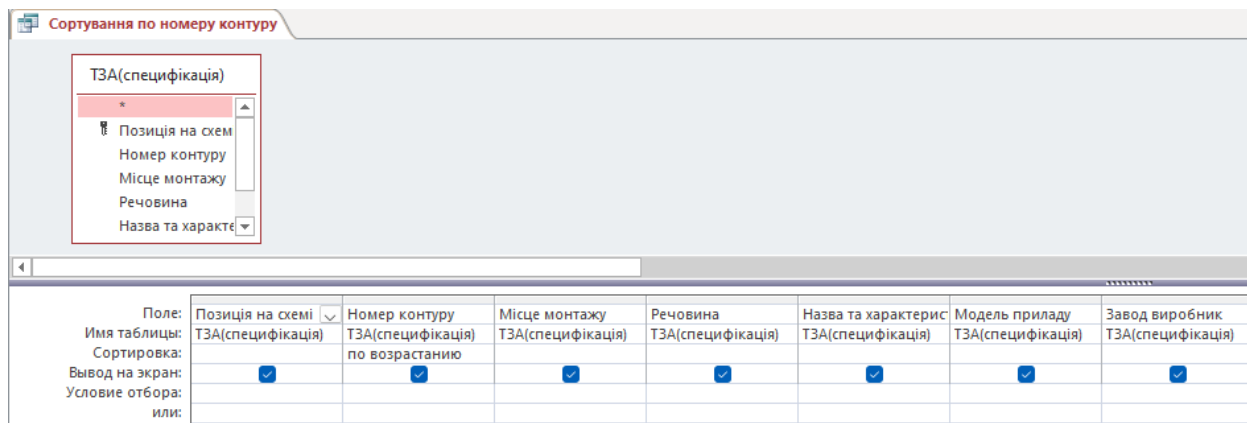


Рисунок 3.18. Запит “Сортування за ом контуру” - режим конструктору

Позиція на схемі	Номер контуру	Місце монтажу	Речовина	Назва та характеристика	Модель приладу	Завод виробник
1a		1 Місцевий	ПАР	Радарний рівнемір, FMCW-радар (8,5-9,9 ГГц), рідина/сипучі матеріали, 0...40м, температура до 250С, тиск до 400 бар	ВМ 70-Р	м. Київ, вул. Васильківська 1 офіс 210, «КАНЕКС КРОНЕ»
1б		1 Шафа приладів	ПАР	Блок нормування сигналу радарного вимірювача рівня, плата комутації КБЗ-17-К01, вихід А01= 4...20мА	ВМ 70-Р	м. Київ, вул. Васильківська 1 офіс 210, «КАНЕКС КРОНЕ»
1в		1 Щит керування	ПАР	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад; вхідні сигнали: 0...5 мА, 4...20 мА; НСХ перетворювачів: термоелектричних – В, К, L, S, опору – 50П, 100П, 50М, 100М	ДИСК 250ДД	ЗАТ «Промышленная группа „Метран”», м. Челябинськ
2a		2 Місцевий	Рідке скло	Радарний рівнемір, FMCW-радар (8,5-9,9 ГГц), рідина/сипучі матеріали, 0...40м, температура до 250С,	ВМ 70-Р	м. Київ, вул. Васильківська 1 офіс 210, «КАНЕКС КРОНЕ»

Рисунок 3.19. Запит “Сортування за номером контуру” - режим таблиці

3.3 Створення форм

Процеси подання даних, які обговорювалися раніше, є табличними. Подання таблиці даних може бути складним для деяких користувачів. Часто інформацію необхідно звести до того, як зберігаються відповідні документи. СУБД дозволяє розташувати дані на екрані в зручному для користувача вигляді (наприклад, у різних формах). Форму також можна використовувати для пошуку інформації.

Наприклад, MS Access може автоматично створювати три різні форми: стовпчасту, стрічкову та табличну. Розглянемо кожен з цих категорій докладніше.

Формат смуги на основі таблиці "TZA (специфікація)" проілюстровано на рис.3.20. Як видно, поля даних організовані у вигляді рядка, а блоки підписів розташовані вище. Цей стиль дозволяє кожному запису займати окремий простір рядка. Цей стиль таблиці полегшує перегляд кількох записів одночасно. Для переміщення по списку записів, що відображається на екрані, використовуйте вертикальну панель для переміщення, поле для номерів записів або кнопку перемикачання, розташовану в лівому нижньому куті форми.

Таблиця представлена у вигляді таблиці даних на малюнку 3.21. Поля організовані так, як ви очікуєте від типової таблиці бази даних. Подібно до попереднього стилю, він дозволяє переглядати кілька записів одночасно. Відмінність полягає в тому, що в табличному форматі відображаються лише дані в базі даних без зображень, скорочень чи інших функцій.

Перегляд форми, орієнтований на стовпці (рис. 3.22), дозволяє переглядати лише один запис за раз – інформація для поля знаходиться в стовпцях, а заголовки – збоку.

Дизайнер може створювати форми по-різному та змінювати їх відповідно до вподобань користувача.

ТЗА(специфікація)-стрічкова						
Позиція на схемі	туру	Місце мон	Речовина	Назва та характерис	Модель приладу	Завод виробник
13а	13	Місцев	СМЗ	Вимірювальний перетворювач різниці тисків; Рдоп.тах = 1	Сафір 22ДД-2450	ВАТ «Промприла
13б	13	Місцев	СМЗ	Вимірювальний тензоперетворювач різниці тисків	САФІР-М, мод.2460	ЗАТ «Манометр»,
13в	13	Щит ке	СМЗ	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний	ДИСК 250ДД	ЗАТ «Промышле
14а	14	Місцев	СМЗ	Вимірювальний перетворювач різниці тисків; Рдоп.тах = 1	Сафір 22ДД-2450	ВАТ «Промприла
14б	14	Місцев	СМЗ	Вимірювальний тензоперетворювач різниці тисків	САФІР-М, мод.2460	ЗАТ «Манометр»,
14в	14	Щит ке	СМЗ	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний	ДИСК 250ДД	ЗАТ «Промышле
15а	15	Місцев	СМЗ	Вимірювальний перетворювач різниці тисків; Рдоп.тах = 1	Сафір 22ДД-2450	ВАТ «Промпри-
15б	15	Місцев	СМЗ	Вимірювальний тензоперетворювач різниці тисків	САФІР-М, мод.2460	ЗАТ «Манометр»,
15в	15	Щит ке	СМЗ	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний	ДИСК 250ДД	ЗАТ «Промышле

Рисунок 3.20. Таблица “ТЗА специфікація ”

ТЗА(специфікація)						
Позиція на схемі	Номер контуру	Місце монтажу	Речовина	Назва та характеристика	Модель приладу	Завод виробник
1a	1	Місцевий	ПАР	Радарний рівнемір, FMCW-рад	BM 70-P	м. Київ, вул. Васильківська 104
1б	1	Шафа приладів	ПАР	Блок нормування сигналу рада	BM 70-P	м. Київ, вул. Васильківська 104
1в	1	Щит	ПАР	Автоматичний показувальний	ДИСК 250ДД	ЗАТ
2а	2	Місцевий	Рідке скло	Радарний рівнемір, FMCW-рад	BM 70-P	м. Київ, вул. Васильківська 104
2б	2	Шафа приладів	Рідке скло	Блок нормування сигналу рада	BM 70-P	м. Київ, вул. Васильківська 104
2в	2	Щит керування	Рідке скло	Автоматичний показувальний	ДИСК 250ДД	ЗАТ
3а	3	Місцевий	Промислові води	Радарний рівнемір, FMCW-рад	BM 70-P	м. Київ, вул. Васильківська 104
3б	3	Шафа приладів	Промислові води	Блок нормування сигналу рада	BM 70-P	м. Київ, вул. Васильківська 104
3в	3	Щит керування	Промислові води	Автоматичний показувальний	ДИСК 250ДД	ЗАТ
4а	4	Місцевий	MgSO4, НМЦ	Радарний рівнемір, FMCW-рад	BM 70-P	м. Київ, вул. Васильківська 104
4б	4	Шафа приладів	MgSO4, НМЦ	Блок нормування сигналу рада	BM 70-P	м. Київ, вул. Васильківська 104
4в	4	Щит керування	MgSO4, НМЦ	Автоматичний показувальний	ДИСК 250ДД	ЗАТ
5а	5	Місцевий	Na2CO3	Радарний рівнемір, FMCW-рад	BM 70-P	м. Київ, вул. Васильківська 104
5б	5	Шафа приладів	Na2CO3	Блок нормування сигналу рада	BM 70-P	м. Київ, вул. Васильківська 104
5в	5	Щит керування	Na2CO3	Автоматичний показувальний	ДИСК 250ДД	ЗАТ
6а	6	Місцевий	Триполіфосфат натрію, оптичн	Радарний рівнемір, FMCW-рад	BM 70-P	м. Київ, вул. Васильківська 104
6б	6	Шафа приладів	Триполіфосфат натрію, оптичн	Блок нормування сигналу рада	BM 70-P	м. Київ, вул. Васильківська 104
6в	6	Щит керування	Триполіфосфат натрію, оптичн	Автоматичний показувальний	ДИСК 250ДД	ЗАТ
7а	7	Трубопровід	42% NaOH, СЖК	Вихровий витратомір, вимірює	Метран-390	ЗАТ
7б	7	Місцевий	42% NaOH, СЖК	Блок з нормалізації вихідного	ЕМИС ЭВ200	ООО НПП «ЭЛЕМЕР», www.ele
8а	8	Місцевий	Сировина	Сенсор витратоміра для вимір	Dens	Компанія
8б	8	Місцевий	Сировина	Блок з нормалізації вихідного	ЕМИС ЭВ200	ООО НПП «ЭЛЕМЕР», www.ele
9а	9	Місцевий	Сировина	Радарний рівнемір, FMCW-рад	BM 70-P	м. Київ, вул. Васильківська 104
9б	9	Шафа приладів	Сировина	Блок нормування сигналу рада	BM 70-P	м. Київ, вул. Васильківська 104
9в	9	Щит керування	Сировина	Регулятор мікропроцесорний	MIK-21	ВАТ
9г	9	На пульті керування	Сировина	Блок ручного управління, вихі	БРУ-7	ТОВ МІКРОЛ,
9д	9	На пульті керування	Сировина	Електропневматичний позиціс	PROFIBUS SAMSON	Самсон. 02660, м. Київ, вул. М.
9е	9	Трубопровід	Сировина	Механізм виконавчий електро	МЭО-6,3/12,5-0,25-99	Севанський завод електрични
13а	13	Місцевий	СМЗ	Вимірювальний перетворювач	Сафір 22ДД-2450	ВАТ «Промприлад», м. Івано-Ф
13б	13	Місцевий	СМЗ	Вимірювальний тензоперетво	САФІР-М,	ЗАТ «Манометр»,
13в	13	Щит керування	СМЗ	Автоматичний показувальний	ДИСК 250ДД	ЗАТ
14а	14	Місцевий	СМЗ	Вимірювальний перетворювач	Сафір 22ДД-2450	ВАТ «Промприлад», м. Івано-Ф
14б	14	Місцевий	СМЗ	Вимірювальний тензоперетво	САФІР-М,	ЗАТ «Манометр»,
14в	14	Щит керування	СМЗ	Автоматичний показувальний	ДИСК 250ДД	ЗАТ
15а	15	Місцевий	СМЗ	Вимірювальний перетворювач	Сафір 22ДД-2450	ВАТ «Промпри-лад», м. Івано-
15б	15	Місцевий	СМЗ	Вимірювальний тензоперетво	САФІР-М,	ЗАТ «Манометр»,
15в	15	Щит керування	СМЗ	Автоматичний показувальний	ДИСК 250ДД	ЗАТ
16а	16	Місцевий	СМЗ	Вимірювальний перетворювач	Сафір 22ДД-2450	ВАТ «Промприлад», м. Івано-Ф
16б	16	Місцевий	СМЗ	Вимірювальний тензоперетво	САФІР-М,	ЗАТ «Манометр»,
16в	16	Щит керування	СМЗ	Автоматичний показувальний	ДИСК 250ДД	ЗАТ

Рисунок 3.21. “ТЗА специфікації” у вигляді таблиці

ТЗА(специфікація)-стовпець

ТЗА(специфікація)-стовпець

Позиція на схемі	<input style="width: 95%;" type="text" value="13a"/>
Номер контуру	<input style="width: 95%;" type="text" value="13"/>
Місце монтажу	<input style="width: 95%;" type="text" value="Місцевий"/>
Речовина	<input style="width: 95%;" type="text" value="СМЗ"/>
Назва та характеристика	Вимірювальний перетворювач різниці тисків; Рдоп.тах = 1 МПа; межа основної припустимої похибки ±0,25%; вихідний сигнал 4-20 мА
Модель приладу	<input style="width: 95%;" type="text" value="Сафір 22ДД-2450"/>
Завод виробник	<input style="width: 95%;" type="text" value="ВАТ «Промприлад», м. Івано-Франківськ"/>

Рисунок 3.22. ТЗА специфікації” вигляду стопець

3.4 Висновки до третього розділу

У цьому розділі були розглянуті основні теоретичні питання щодо створення бази даних предметної галузі «Системи автоматизації». За допомогою засобів створення таблиць MS Access створено таблиці для автоматизованого виробництва синтетичних миючих засобів, продемонстровано використання таблиці та демонстрацію наповнення. Запити для відбору даних були побудовані шляхом вибору умов спочатку з конструктора, потім за допомогою поля введення даних для вибору даних, формування запитів на основі інших запитів і демонстрація роботи різних типів сортування даних. Він також продемонстрував, як подавати дані в різних формах, які відповідають умовам користувача.

4 ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛЬНИХ ПОТОКІВ ГАЗОГЕНЕРАТОРА

4.1 Модель сушильної камери

Для розпізнавання процесу сушіння по каналу керування об'єктом дослідження виберемо газогенератор, для якого буде проведено додаткові дослідження (рис.4.1).

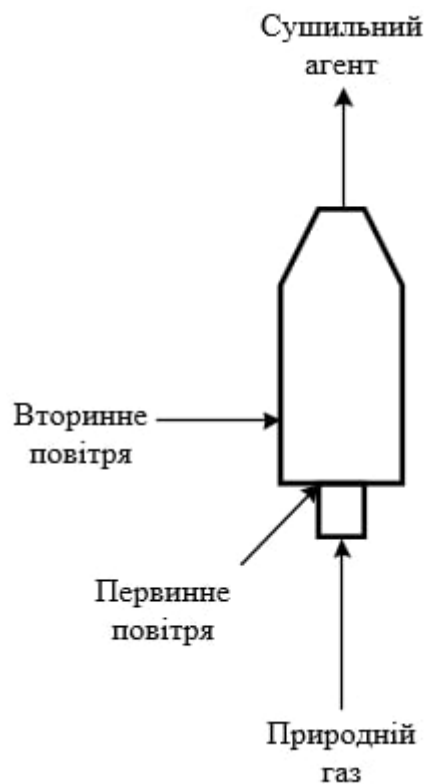


Рисунок 4.1 Об'єкт керування - газогенератор

Експериментальними результатами є швидкість потоку газу, мЗ/с (значення X) і температура димових газів перед змішуванням з додатковим повітрям (значення Y).

Експериментальні дані, які будуть включені в наступні розрахунки, перераховані в додатку.

У результаті експериментів, які дали 30 різних значень, були отримані зразки X і Y з 30 значеннями кожна.

Використовуючи вибірккові дані, можна визначити функціональний розподіл, який представляє функцію щільності розподілу. Щоб досягти цього, ми створимо серію варіацій для X і Y, тобто ми перепишемо експериментальні результати в порядку зростання та кількість разів, коли спостерігалось кожне значення (рис. 4.2 – 4.3).

$$X_{\text{sort}} := \begin{pmatrix} 13 & 14 & 15 & 16 & 17 & 18 & 20 \\ 1 & 1 & 5 & 8 & 10 & 4 & 1 \end{pmatrix}$$

Рис.4.2 – Ряд варіацій для X

$$Y_{\text{sort}} := \begin{pmatrix} 645 & 646 & 647 & 648 & 649 & 650 & 651 \\ 1 & 2 & 7 & 6 & 10 & 2 & 2 \end{pmatrix}$$

Рисунок 4.3 – Ряд варіацій для Y

Після формування ряду різновидів ми знайдемо відносну частоту кожного значення X і Y за формулою 4.1, потім запишемо матриці варіантів і пов'язані з ними частоти (рис.4.4-4.5):

$$W_i = \frac{N_i}{N} \quad (4.1)$$

де N_i – кількість спостережень значення; N – обсяг вибірки.

$$X_{\text{sort}} = \begin{pmatrix} 13 & 14 & 15 & 16 & 17 & 18 & 20 \\ 0.033 & 0.033 & 0.167 & 0.267 & 0.333 & 0.133 & 0.033 \end{pmatrix}$$

Рисунок 4.4 – Матриця з варіантів та частотами появи для X

$$Y_{\text{sort}} = \begin{pmatrix} 645 & 646 & 647 & 648 & 649 & 650 & 651 \\ 0.033 & 0.067 & 0.233 & 0.2 & 0.333 & 0.067 & 0.067 \end{pmatrix}$$

Рисунок 4.5 – Матриця з варіантів та частотами появи для Y

Виявивши відносну частоту кожного зі значень, ви можете почати створювати емпіричну функцію розподілу для вхідних і вихідних змінних. Емпірична функція розподілу має вигляд (4.2):

$$F^*(x) = \begin{cases} 0 & x \leq x_1 \\ W_1 & x_1 < x \leq x_2 \\ W_1 + W_2 & x_2 < x \leq x_3 \\ W_1 + W_2 + \dots + W_{k-1} & x_{k-1} < x \leq x_k \\ 1 & x > x_k \end{cases} \quad (4.2)$$

Для цього застосуємо інструменти програмування в MathCad та переписимо емпіричну функцію (рис. 4.6 – 4.7).

$$X_{\text{sort}} = \begin{pmatrix} 13 & 14 & 15 & 16 & 17 & 18 & 20 \\ 0.033 & 0.033 & 0.167 & 0.267 & 0.333 & 0.133 & 0.033 \end{pmatrix}$$

$$F_X(x) := \begin{cases} \text{for } i \in 1.. \text{cols}(X_{\text{sort}}) - 1 & \text{cols}(X_{\text{sort}}) = 7 \\ \sum_{j=1}^i X_{\text{sort}_{2,j}} & \text{if } X_{\text{sort}_{1,i}} \leq x < X_{\text{sort}_{1,i+1}} \\ 0 & \text{if } -\infty < x < X_{\text{sort}_{1,1}} \\ 1 & \text{if } X_{\text{sort}_{1,\text{cols}(X_{\text{sort}})}} \leq x < \infty \end{cases}$$

Рисунок 4.6 – Емпірична функція розподілу вхідної змінної X

Зробивши запис емпіричної функції розподілів, покажемо їхні графіки (рис. 4.8 – 4.9).

$$Y_{\text{sort}} = \begin{pmatrix} 645 & 646 & 647 & 648 & 649 & 650 & 651 \\ 0.033 & 0.067 & 0.233 & 0.2 & 0.333 & 0.067 & 0.067 \end{pmatrix}$$

$$F_Y(x) := \begin{cases} \sum_{j=1}^i Y_{\text{sort}_{2,j}} & \text{if } Y_{\text{sort}_{1,i}} \leq x < Y_{\text{sort}_{1,i+1}} \\ 0 & \text{if } -\infty < x < Y_{\text{sort}_{1,1}} \\ 1 & \text{if } Y_{\text{sort}_{1,\text{cols}(Y_{\text{sort}})} \leq x < \infty \end{cases} \quad \text{cols}(Y_{\text{sort}}) = 7$$

+

Рисунок 4.7 – Емпірична функція розподілу вихідної змінної Y

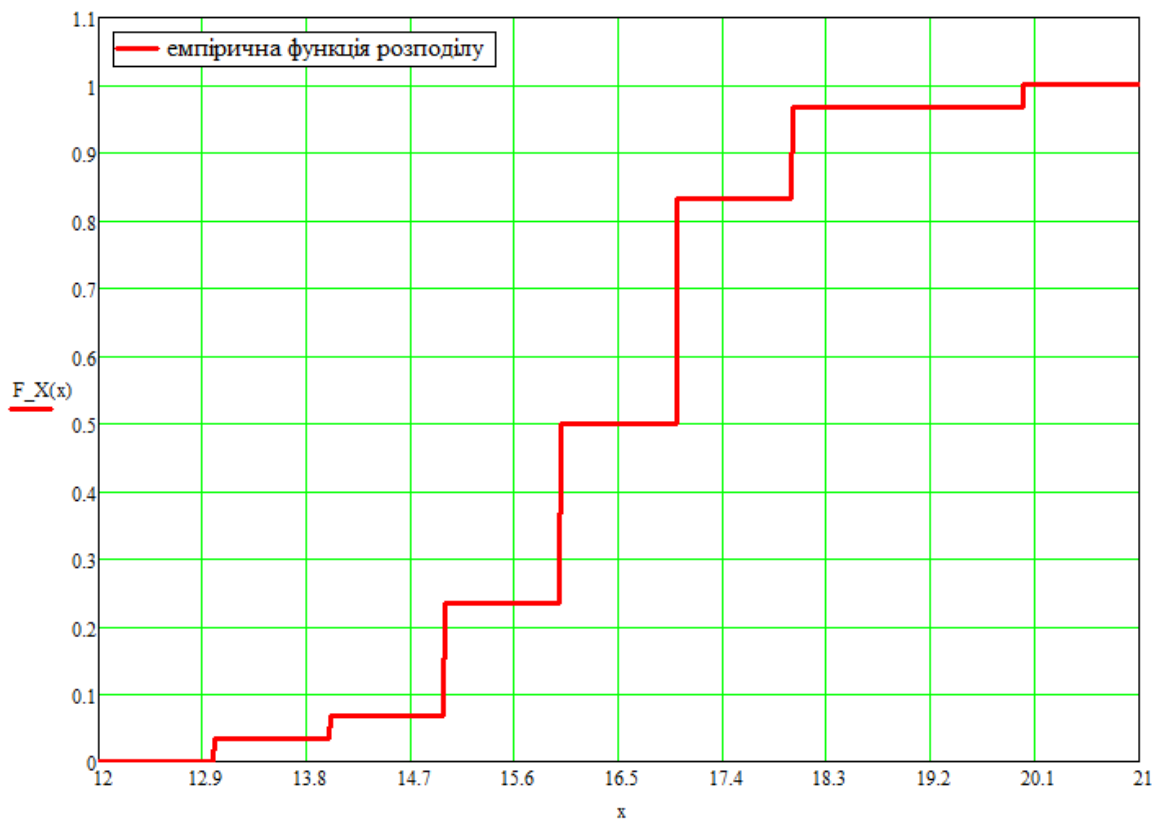


Рисунок 4.8 – Графік емпіричної функції розподілу вхідної змінної X

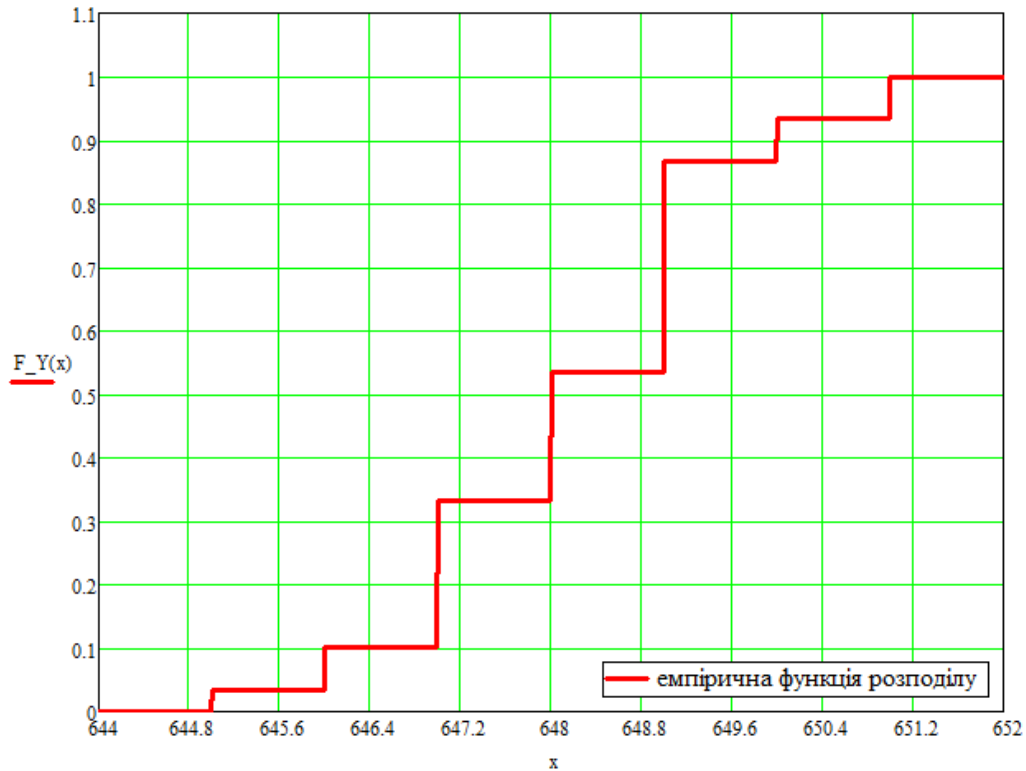


Рисунок 4.9 – Графік емпіричної функції розподілу вхідної змінної Y

Частотна гістограма — це ступінчасте представлення, яке складається з прямокутників, основою яких є часткові інтервали довжини Δ , а висотою — розподілом частот.

Щоб створити гістограму, ви повинні спочатку розташувати значення в порядку зростання за допомогою функції сортування, а потім знайти максимальне та мінімальне значення ряду варіацій. Період, протягом якого досягаються результати, розбивається на менші інтервали за кількістю m за формулою (4.3):

$$m = 1 + 3,322 \cdot \lg N \quad (4.3)$$

Довжина інтервалу Δ знаходиться за формулою (5.4):

$$\Delta = \frac{x_{max} - x_{min}}{m} \quad (4.4)$$

Початок першого інтервалу знаходиться за формулою (4.5):

$$\delta_1 = x_{min} - \frac{\Delta}{2} \quad (4.5)$$

Другий інтервал $\delta_2 = \delta_1 + \Delta$, а наступні $\delta_i = \delta_{i-1} + \Delta$. Інтервали встановлюються доки початок наступного інтервалу не буде вище x_{max} .

Побудова гістограм для вхідної X та вихідної Y величин показана на рисунках 4.10 – 4.11.

```
Xmax := max(X)      Xmax = 20      Xmin := min(X)      Xmin = 13
X := sort(X)
XT = 

|   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
|   | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10  |
| 1 | 13 | 14 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 | 16 | ... |


Rx := Xmax - Xmin = 7
m := 1 + 3.322 * log(N) = 5.907
m := floor(m) = 5
Δ := Rx / m = 1.4      довжина одного інтервалу
j := 1..m + 2      δj := Xmin + (2 * j - 3) * Δ / 2      f := hist(δ, X)
```

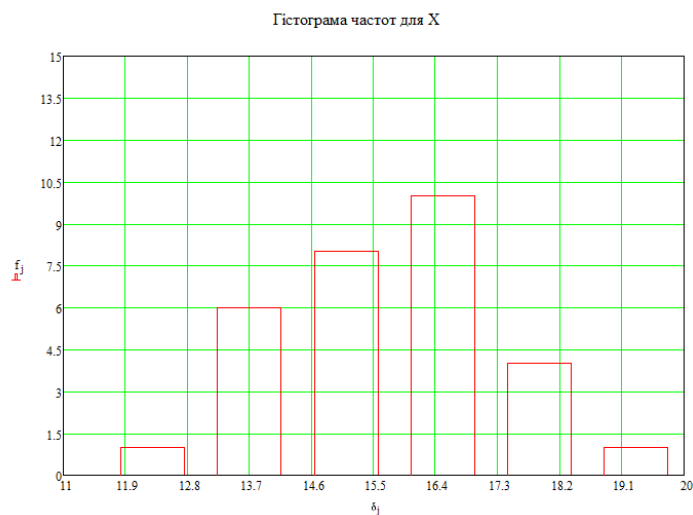


Рисунок 4.10 Побудова гістограми вхідної змінної X

$Y_{\max} := \max(Y) \quad Y_{\max} = 651 \quad Y_{\min} := \min(Y) \quad Y_{\min} = 645$
 $\underline{Y} := \text{sort}(Y)$
 $Y^T =$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	1	645	646	646	647	647	647	647	647	...

$R_x := Y_{\max} - Y_{\min} = 6$
 $\underline{m} := 1 + 3.322 \cdot \log(N) = 5.907$
 $\underline{m} := \text{floor}(\underline{m}) = 5$
 $\underline{\Delta} := \frac{R_x}{\underline{m}} = 1.2$ довжина одного інтервалу
 $j := 1..m + 2$ $\delta_j := Y_{\min} + (2 \cdot j - 3) \frac{\underline{\Delta}}{2}$ $\underline{f}_j := \text{hist}(\delta, Y)$

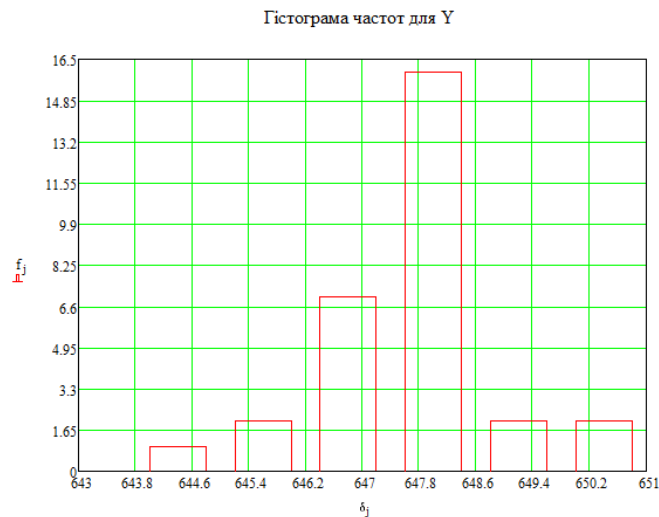


Рисунок 4.11 Побудова гістограми вихідної змінної Y

Для обрахунку вибіркової точкової оцінки математичного сподівання використовується формула 4.6 або є вбудована функція $\text{mean}(x)$.

$$Mx = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (4.6)$$

Для обрахунку дисперсії використовується формула 4.7 або є вбудована функція $\text{var}(x)$.

$$S_x^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N (x_i - Mx)^2 \quad (4.7)$$

Щоб отримати теоретичну функцію розподілу $F(x)$, ми будемо використовувати функцію в MathCAD, яка пов'язана з ймовірністю $\text{pnorm}(x, \mu, \sigma)$.

Процедура розрахунку точкових оцінок і представлення емпіричного розподілу $F_X(x)$ і теоретичного розподілу $F_{X_t}(x)$ для змінних X і Y демонструється на малюнках 4.12-4.13.

Математичне сподівання та дисперсія витрати:

$$M2 := \text{mean}(X) = 16.4$$

$$D2 := \text{var}(X) = 1.84$$

$$F_{X_t}(x) := \text{pnorm}(x, M2, D2)$$

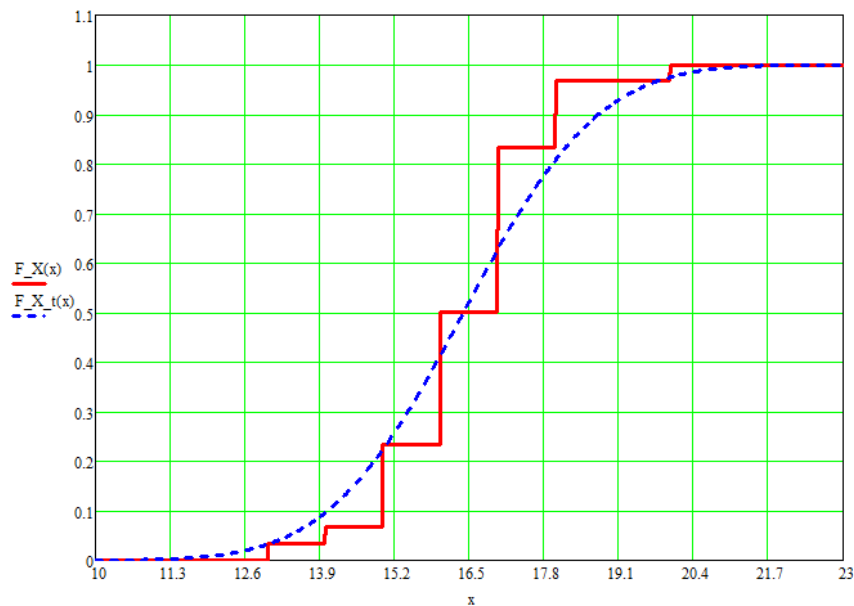


Рисунок 4.12 Обрахунок точкових оцінок і зображення емпіричної $F_{X_1}(x)$ та теоретичної $F_{X_t_1}(x)$ функцій розподілу для змінної X

Математичне сподівання та дисперсії температури

$$M1 := \text{mean}(Y) = 648.2$$

$$D1 := \text{var}(Y) = 1.96$$

$$F_{Y_t}(x) := \text{pnorm}(x, M1, D1)$$

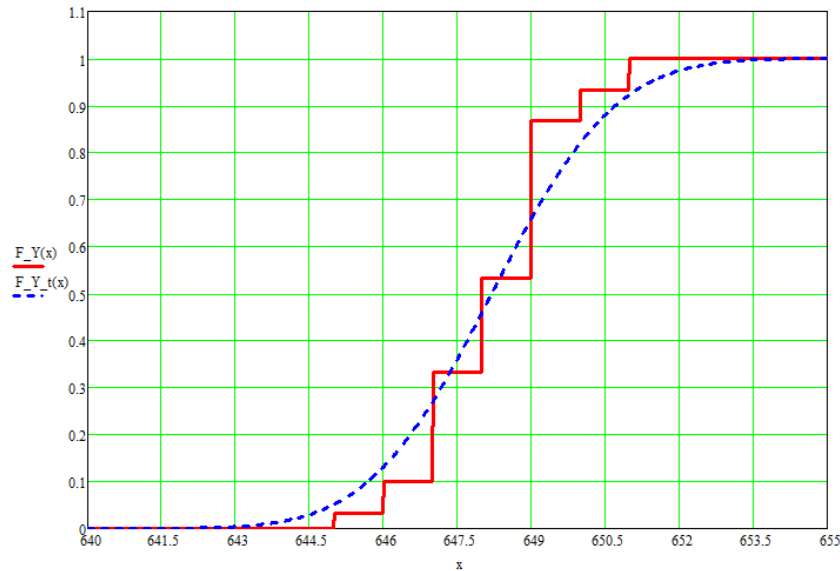


Рисунок 4.13 Обраунок точкових оцінок і зображення емпіричної $F_{-1}(x)$ та теоретичної $F1_{-1}(x)$ функцій розподілу для змінної Y

Інтервальна оцінка мат. очікування для випадкової величини (4.8):

$$P\left(M_x - t_{\text{табл}} \frac{S_x}{\sqrt{N}} < \mu_x < M_x + t_{\text{табл}} \frac{S_x}{\sqrt{N}}\right) \quad (4.8)$$

де S_x - середнє квадратичне відхилення (СКВ), M_x - вибіркоче середнє, $t_{\text{табл}}$ - табличне значення критерію Стюдента, яке знаходять за числом степенів вільності $k = N-1$ та рівнем значності α або довірчою імовірністю P .

Довірчий інтервал (4.9):

$$\left(M_x - t_{\text{табл}} \frac{S_x}{\sqrt{N}}, M_x + t_{\text{табл}} \frac{S_x}{\sqrt{N}}\right) \quad (4.9)$$

Інтервальна оцінка для дисперсії (4.10):

$$\frac{NS_x^2}{\chi_2^2} < \sigma^2 < \frac{NS_x^2}{\chi_1^2} \quad (4.10)$$

де S_x^2 - вибіркова оцінка, χ^2 - табличне значення розподілу Пірсона, яке знаходять за числом степенів вільності $k = N-1$ та рівнем значущості α .

Довірчий інтервал (4.11):

$$\left(\frac{NS_x^2}{\chi_2^2}, \frac{NS_x^2}{\chi_1^2} \right) \quad (4.11)$$

Отримали такі довірчі інтервали:

- математичного очікування для Y : $647.773 \leq \mu \leq 648.627$;
- інтервальної оцінки дисперсії для Y : $1.286 \leq \sigma \leq 3.664$

За допомогою коефіцієнта парної кореляції проведемо перевірку статистичний зв'язок вхідної та вихідної (4.12):

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - M_x)(y_i - M_y)}{(N - 1) \cdot S_x \cdot S_y} \quad (4.12)$$

В середовищі MathCad відома функція для розрахунку парної кореляції $\text{corr}(X, Y)$.

Для перевірки гіпотези кореляційного зв'язку зробимо формулювання статистичні гіпотези:

- основну $H_0: \rho = 0$,
- альтернативна $H_1: \rho \neq 0$,

де ρ - коефіцієнт парної кореляції.

Вигляд альтернативної гіпотези H_1 вказує на розгляд двосторонньої критичної області критерію Стюдента, що застосовується при перевірці H_0 .

Розрахункове значення критерію Стюдента обчислюється за формулою (4.13):

$$t = \frac{|r_{xy}| \sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}} \quad (4.13)$$

Використавши таблиці отримуємо табличне значення критерію Стьюдента при $N-2$ та рівні значущості α . Якщо $t < t_{\text{табл}}$, то приймаємо гіпотезу H_0 тоді зв'язок між випадковими величинами є не істотним.

Перевірка гіпотези про значущість кореляційного зв'язку між X та Y та отримане кореляційне поле показано на рисунку 4.14.

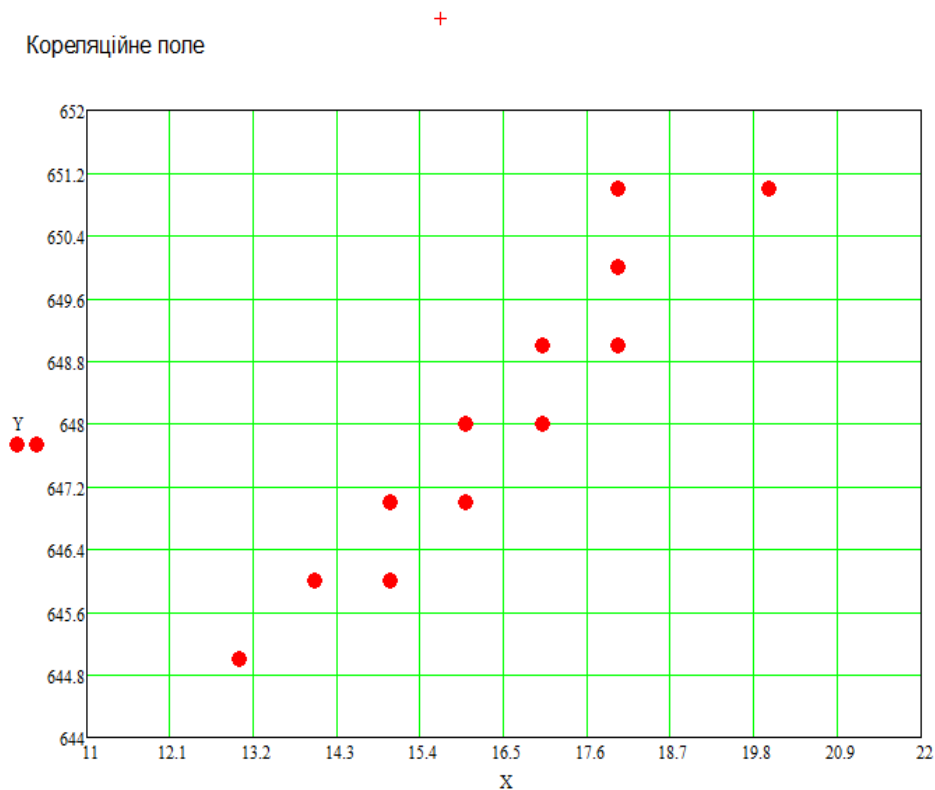


Рисунок 4.14 - Перевірка гіпотези суттєвості кореляційного зв'язку і кореляційне поле X - Y

Як бачимо з обрахунків $t > t_{\text{табл}}$, тому не приймаємо нульову гіпотезу та будемо визнавати коефіцієнт кореляції суттєвим. Тож, встановлюємо наявність лінійного кореляційного зв'язку поміж випадковими величинами X та Y .

Для обрахунку оцінок параметрів лінійної регресії b_0 та b_1 використовують метод найменших квадратів (МНК). Особливість методу є в тому що сума квадратів відхилень значень спостереження від обрахованих була мінімальною, тобто (4.14):

$$Q(b_0, b_1) = \sum_{i=1}^N (b_0 + b_1 x_i - y_i)^2 \rightarrow \min \quad (4.14)$$

Для обрахунку параметрів лінійної регресії b_0 та b_1 в MathCad використовують функції `intercept (X, Y)` і `slope (X, Y)`, де X , Y – експериментальні дані (рис. 4.38).

Получили наступне лінійне рівняння: $y = -632.275 + 0.971x$.

Для обрахунку регресійної квадратичної моделі робимо запис матриці X , де перший стовпець - одиниці, другий стовпець - вхідні дані X , а третій - X^2 . Щоб обрахувати значення b_0 , b_1 та b_2 робимо запис вектору B (4.15):

$$B = (X^T \cdot X)^{-1} \cdot (X^T \cdot Y) \quad (4.15)$$

Обрахунок регресійної квадратичної моделі у середовищі MathCad показано на рисунку 4.15.

Отримали наступне квадратичне рівняння:

$$y = -0.572 + 75.67x - 2.157x^2$$

Представимо результати моделювання в лінійному та квадратичному вигляді на попередньо встановленому кореляційному полі (рис.4.15).

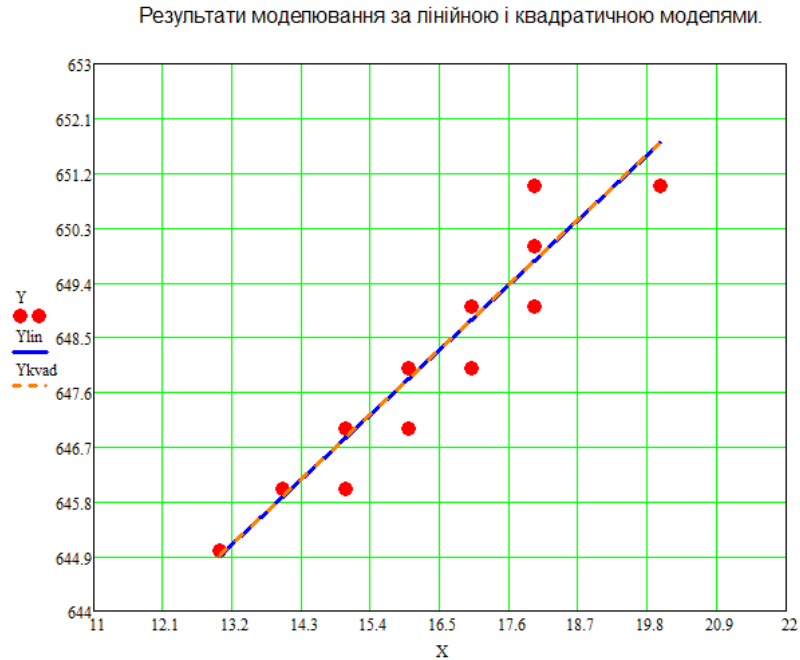


Рисунок 4.15 – Кореляційне поле за результатами матмоделювання із застосуванням лінійної та квадратичної моделей

Отримавши регресійні моделі, ми оцінимо їх ефективність, тобто оцінимо доцільність. Відповідність моделі - це те, наскільки її поведінка відображає поведінку реального об'єкта. Адекватність буде визначена шляхом порівняння залишкової дисперсії та дисперсії випадкової величини Y відносно її середнього значення. Якщо $S_{ad}^2 \geq S_y^2$, то регресійна модель є неадекватною, якщо ж навпаки $S_{ad}^2 \leq S_y^2$ потрібно перевірити основну та альтернативну гіпотези:

- основну $H_0: \sigma_{ad}^2 = \sigma_y^2$,
- альтернативна $H_1: \sigma_y^2 > \sigma_{ad}^2$

Для перевірки застосовують критерій Фішера. Розрахункове значення критерію (4.16):

$$F = \frac{S_y^2}{S_{ad}^2} = \frac{\sum(y_i - M_y)/(N - 1)}{\sum(y_i - \bar{y}_i)/(N - (M + 1))} \quad (4.16)$$

4.2 Перевірка адекватності математичної моделі

Табличне значення критерію Фішера отримують за степенем вільності $N-1$, $N - (M+1)$ та рівнем значущості α

Якщо співвідношення $F > F_{\text{tabl}}$ виконується, то гіпотезу H_0 відкидаємо та будемо вважати модель адекватною експериментальним даним.

Як бачимо з розрахунків лише одна з моделей є адекватною по експериментальним даним, так як $F > F_{\text{tabl}}$, а інша ні – $F < F_{\text{tabl}}$.

Точність моделей оцінюють за такими показниками:

- залишкова дисперсія $K_1 = S_{ad}^2$;
- середнє значення квадратів відхилень розрахункових даних від експериментальних (4.17):

$$K_2 = \frac{\sum_{i=1}^N (\bar{y}_i - y_i)^2}{N} \quad (4.17)$$

- середнє значення абсолютних відхилень розрахункових даних від експериментальних (5.18):

$$K_3 = \frac{\sum_{i=1}^N |\bar{y}_i - y_i|}{N} \quad (4.18)$$

Визначення точностей моделей зображено на рисунку 4.16.

Розрахуємо залишки лінійної моделі δ_i за формулою 4.19, середнє значення залишків повинно наближатися до нуля.

$$\delta_i = \bar{y}_i - y_i \quad (4.19)$$

Залишки моделі:

$$\delta := Y_{\text{lin}} - Y$$

Середнє значення залишків:

$$M_x := \frac{\sum_{i=1}^N (|Y_i - Y_{\text{lin}_i}|)}{N} = 0.367 \quad x := 12..21 \times 10^3$$

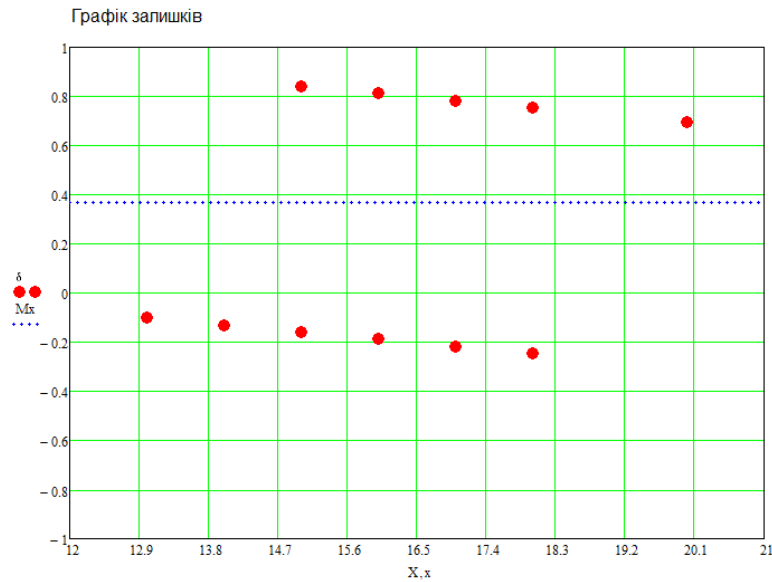


Рисунок 4.16 – Обрахунок та залежність залишків лінійної моделі

Щоб визначити довірчий інтервал коефіцієнтів лінійної моделі b_0 та b_1 потрібно перевірити значущість коефіцієнта за статистичною гіпотезою:

- основну $H_0: \beta_0 = 0$,
- альтернативна $H_1: \beta_0 \neq 0$

де β_0 - дійсне значення параметра рівняння.

Для перевірки гіпотези використовують критерій Стьюдента.

Розрахункове значення критерію розраховується за формулою (4.20 та 54.21):

- для b_0 :

$$t = \frac{|b_0 - 0|}{\sqrt{S_{b_0}^2}} \quad (4.20)$$

- для b_1 :

$$t = \frac{|b_1 - 0|}{\sqrt{S_{b_1}^2}} \quad (4.21)$$

де S_{b0}^2 , S_{b1}^2 – оцінка дисперсії коефіцієнта, що визначається за формулою (4.22 та 4.23):

$$S_{b0}^2 = S_{ad}^2 \frac{\sum x_i^2}{\sum (x_i - M_x)^2} \quad (4.22)$$

$$S_{b1}^2 = S_{ad}^2 \frac{1}{\sum (x_i - M_x)^2} \quad (4.23)$$

Табличне значення критерію Стьюдента визначають при $N - 2$ ступенів вільності та рівня значущості α .

Якщо $t > t_{\text{tabl}}$, то гіпотезу H_0 відкидають і визнають значущість коефіцієнта β_i . Довірчий інтервал для β_i (4.23):

$$b_i - t_{\text{tabl}} \cdot S_{bi} \leq \beta_i \leq b_i + t_{\text{tabl}} \cdot S_{bi} \quad (4.23)$$

Так як $t > t_{kr}$, то гіпотезу H_0 відкидаємо, довірчий інтервал для β_1 :

$$0.836 \leq \beta_1 \leq 1.106$$

Однорідність залишкових дисперсій обох моделей оцінюється за допомогою критерію Фішера; це досягається шляхом взяття більшої дисперсії та ділення її на меншу. Якщо залишкова дисперсія квадратичної моделі значно менша за залишкову дисперсію лінійної моделі, слід вибрати більш складну модель.

З обрахунків на рисунку 4.47 получили, що $F < F_{\text{tabl}}$, тож приймаємо лінійну регресійну модель ТОК.

4.3 Висновки до четвертого розділу

У цьому розділі були розглянуті основні теоретичні питання щодо ідентифікації процесу сушіння через канал керування. За допомогою MathCAD побудовано емпіричну функцію вхідних і вихідних значень, побудовано гістограми та визначено довірчі інтервали. Було проведено кореляційний аналіз і визначено значиму, лінійну та квадратичну регресійну модель ТОК.

Для двох гіпотез оцінювали точність і відповідність. Лише одна модель пов'язана з поведінкою реального об'єкта, оскільки розраховане значення критерію Фішера перевищує вказане значення.

Також визначено довірчі інтервали для параметрів лінійної моделі.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі розглянуто методику моделювання та управління технологічними процесами виробництва синтетичних миючих засобів.

Важливість магістерської роботи полягає в науковій новизні, яку вона містить:

1) На основі теоретичних уявлень та дослідницького досвіду сушильної кафедри створено схему аварійних ситуацій, яка є джерелом знань для створення експертної системи.

2) Було досягнуто моделі з нечіткістю, і в вежі була побудована система з нечітким контролем температури з огляду на вологість продукту.

3) Побудовано модель даних предметної області «Схема автоматизації».

4) Модель зв'язку між температурою у вежі та вологістю була побудована за допомогою методів машинного навчання.

Практична цінність даного дослідження полягає в тому, що дослідження та розробки в магістерській роботі сприяють підвищенню якості продукції, зменшенню кількості втрат під час аварійних ситуацій, а також кращому представленню даних про стан ТЗА в результаті реалізації даних бази даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Способи отримання сухих порошоків [Електронний ресурс] // journals.uran.ua. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <http://journals.uran.ua/swonaft/article/view/40681/36948>
2. Вплив компонентів зварювального аерозолію на здоров'я людини [Електронний ресурс] // adm.lviv.ua. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://city-adm.lviv.ua/news/society/emergency/233003-vplyv-komponentiv-zvariivalnoho-aerologiiu-na-zdorovia-liudyny>
3. Розробити схему автоматизації процесу сушки твердого матеріалу в сушильці киплячого шару [Електронний ресурс] // studfile.net. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://studfile.net/preview/9133081/page:3/>
4. Інтелектуальні системи управління: Експертні системи – основи проектування та застосування в системах автоматизації [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Л. Д. Ярошук. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,56 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 136с.
5. Застосування методів нечіткої логіки для телемедичних систем [Електронний ресурс] // kvf-journal.org.ua. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <http://kvf-journal.org.ua/content/2017/188/2-Khorozov.pdf>
6. Введення до бази даних. Загальна характеристика основних понять [Електронний ресурс] // pns.nheu.edu.ua. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: https://pns.nheu.edu.ua/pluginfile.php/433164/mod_resource/content/1/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%B0%201.pdf
7. Жученко, А. І. Спеціальні розділи математики для дослідження комп'ютерних систем [Текст]: навч. посіб / А. І. Жученко, Л. Д. Ярошук. – К.: Техніка, 2006. – 184с.

8. Жученко, А. І. Оцінювання параметрів та перевірка статистичних гіпотез. Теорія та практика роботи з MathCAD, MatLab, MS Excel [Текст]: навч. посіб / А. І. Жученко, Л. Д. Ярощук. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 156 с.

9. Жученко А.І., Кваско М.З., Кубрак Н.А. Ідентифікація динамічних характеристик. Комп'ютерні методи. - К.: Вид. відд. КЛТКМ та М., 2001. -182с.

10. Муگیر О. П. Визначення датчиків вологості для виробництва синтетичних мийних засобів.. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології – 2019 : Матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених, аспірантів і студ. (АКІТ – 2019)/ Муگیر О. П., Ярощук Л. Д. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. – 145 с.

11. Муگیر О. П. Математичне моделювання газогенератора у процесі виробництва синтетичних мийних засобів. Матеріали VI Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами», 20 листопада 2019./ Муگیر О. П., Ярощук Л. Д. – К: НУХТ, 2019 – 301 с.

12. Костін М. О. Теоретичні основи електротехніки [Текст]: підручник у 3 т. / М. О. Костін, О. Г. Шейкіна. – Дніпро: Вид-во ДНУЗТ, 2006. – Т. 1. – 336 с; 2007.- Т.2.- 276 с; 2011. – Т.3, Ч.1. – 224 с; 2012.– Т.3, Ч.2. – 352 с.

13. Качан Ю. Г. Лінійна електротехніка (теоретичні основи) [Текст]: навч. посібник / Ю. Г. Качан.– Запоріжжя: Вид-во Запорізької держ. інж. академії, 2005. – 206 с.

14. Гуржій А. М. Електротехніка та основи електроніки : підручник для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти / А. М. Гуржій, С. К. Мещанінов, А. Т. Нельга, В. М. Співак. - Київ : Літера ЛТД, 2020. - 288 с.

15. Електрика та магнетизм : підручник / Л. Д. Дідух. - Тернопіль : Підручники і посібники, 2020. - 464 с. - Режим доступу : <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/31412..>

16. Автоматика та електропривод техніки реєстрації інформації [Електронний ресурс] : навч. посіб. / Г. Г. Власюк, В. М. Співак, К. О. Трапезон, В. Б. Швайчен-ко. - Київ : Освіта України, 2010. - 159 с. - Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19129>.

17. Колонтаєвський Ю. П. Електроніка і мікросхемотехніка : підручник / Ю. П. Колонтаєвський. - Київ : Каравела, 2006. - 384 с.

18. Макаренко В. В. Цифрова та імпульсна схемотехніка. Моделювання та аналіз : навч. посіб. для студентів, які навчаються за напрямом підготовки «Акустотех-ніка» [Електронний ресурс] / В. В. Макаренко, В. М. Співак ; НТУУ «КПІ». - Київ : НТУУ «КПІ», 2015. - 314 с. - Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/19099>.

19. Панчевний Б. І. Загальна електротехніка: теорія і практика / Б. І. Панчевний, Ю. Ф. Свергун. - 2-ге вид. - Київ : Каравела, 2004. - 440 с.

20. Воробйова О. М. Технічні засоби автоматизації: навч. посіб. / О. М. Воробйова, Ю. В. Флейта. - Одеса : ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2018. - 208 с.

21. Бойко В. І. Мікрокомп'ютерна техніка / В. І. Бойко, А. Т. Нельга. - 2-ге вид. - Київ : Науково-методичний центр вищої освіти, 2008. - 254 с.

22. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній: Підручник / Є.Л. Жулай, Б.В. Зайцев, Ю.М. Лавріненко, О.С. Марченко, Д.Г. Войтюк; За ред. Є.Л. Жулая. – К.: Вища освіта, 2001. – 288 с.: іл.

23. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г.,Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.

24. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.

25. Матвійчук А. Я. Електротехніка: навчально-методичний посібник/ Матвійчук А. Я., В. Л. Стінянський; Вінницький державний педагогічний університет ім. М.Коцюбинського.– Вінниця, 2017. -270 с.
26. Загальна електротехніка з основами автоматики: Навчальний посібник / Т.В.Левченко. – К., 2010. – 358 с.
27. Технічний сервіс в агропромисловому комплексі: навчальний посібник / Коновалюк О.В., Кіяшко В.М., Колісник М.В. – К.: Аграрна освіта, 2013. – 404 с.
28. Електричні машини і апарати: навчальний посібник / Ю.М. Куценко, В.Ф. Яковлев та ін. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 449 с.
29. Електроніка та мікросхемотехніка: Навчальний посібник / За ред. проф. В.Ф. Яковлева. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 329 с.
30. Паначевний Б.І., Свергун Ю.Ф. Загальна електротехніка: теорія і практикум. - К.: Каравела, 2003. – 440 с.
31. Монтаж електрообладнання і систем керування / За заг. ред. проф. Яковлева В.Ф. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 348 с.
32. Довідникова книга з електроенергетики: навчальний посібник/ П.В. Волох, М.П. Цоколенко, Л.В. Ревенко, В.А. Грічаненко та ін. –К. : Аграрна освіта, 2014. – 506 с.
33. Електроніка і мікропроцесорна техніка / Сенько В.І., Лисенко В.П., Юрченко О.М., Лукін В.Є., Руденський А.А. — К. : «Агроосвіта», 2015. — 676 с.
34. Електропостачання агропромислового комплексу :підруч. / Козирський В.В., Каплун В.В., Волошин С.М. – К. : Аграрна освіта, 2011. – 448 с.
35. Ремонт машин та обладнання : підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К. : Агроосвіта, 2014. – 665 с.
36. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : підруч. у 2 т : Т 1 / А.В. Рудь,

І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін. ; за ред. А.В. Рудя. – К. : Агроосвіта, 2012. – 584 с.; іл.

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

38. Комп'ютери та комп'ютерні технології : навч. посіб. Ч. 1. Програмування в математичному пакеті MathCAD / В.П. Лисенко. І.М. Болбот. – К. : Аграрна освіта, 2010. – 229 с.

39. Костинюк Л.Д. Моделювання електроприводів/ Л.Д. Костинюк, В.І. Мороз, Я.С. Паранчук.. - Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2004. - 404 с.

40. Попович М.Г. Теорія автоматичного керування/ М.Г. Попович, О.В. Ковальчук. -Київ, “Либідь”, 2007.-504 с.

41. Ткачук В.І. Електромеханотроніка. Підручник/ В.І. Ткачук. - Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2006. - 440 с.

42. Півняк Г.Г. Сучасні частотно-регульовані електроприводи зі широтно- імпульсною модуляцією: Монографія/ Г.Г. Півняк, О.В. Волков.. - Дніпропетровськ, НГУ, 2006. - 470 с.

43. Ісікова, Н. П. Проектування інформаційних систем [Текст] : навч. посіб. / Н. П. Ісікова, Т. В. Решетняк. — Краматорськ : ДДМА, 2020. — 111 с.

44. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Мікропроцесорні пристрої» для студентів спеціальності 092206 «Електричні машини та апарати» / Уклад.: Ю. С. Грищук, Т. П. Павленко. – Харків : ХДПУ, 2001. – 32 с.

45. Мікропроцесорна техніка : підручник / Ю. І. Якименко, Т. О. Терещенко, Є. І. Сокол та ін. / за ред. Т. О. Терещенко. – Київ : Політехнік, 2003. – 440 с.

46. Мілих В.І. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка : підручник / В.І. Мілих, О.О. Шавьолкін; за ред. В.І.Мілих. – Київ : Каравела, 2012. – 688 с.

47. Мілих В.І. Електротехніка та електромеханіка / В.І. Мілих. – Київ : "Каравела", 2006. – 376 с.
48. Андрієнко В.М. Електричні машини : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навч. за напрямом підгот. «Електротехніка та електротехнології» / В.М. Андрієнко, В.П. Куєвда. – К. : НУХТ, 2010. – 366 с.
49. Загірняк М.В. Електричні машини : підручник / М. В. Загірняк, Б. І. Невзлін. – Київ : Знання, 2009. – 399 с.
50. Електричні машини : підручник / Б.Т. Кононов, Г.І. Лагутін, О.Б. Котов та ін.; за заг. ред. Б.Т. Кононова. – Харків : ХУПС, 2015. – 493 с.
51. Яцун М.А. Електричні машини : навч. посіб. для студ. базового напряму «Електромеханіка» / М.А. Яцун – 2-ге вид., стер. – Львів : Видво Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2004. – 440 с.
52. Вольдек А.И. Электрические машины / А.И. Вольдек – Л. : Энергия, 1974. – 840 с. 11. Кацман М.М. Электрические машины : учеб. для студентов сред. проф. учебных заведений / М.М. Кацман - 3-е изд., испр. – М. : Высшая школа, 2001. – 463 с.
53. Щерба А.А., Поворознюк Н.І. Електротехніка. Частина І. Електричні кола.: Посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Київ: ТОВ "Лазурит-Поліграф", 2011. – 384 с.
54. Бойко В. С., Бойко В. В., Видолоб Ю. Ф. та ін. Теоретичні основи електротехніки. Підручник: У 3 т.; Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2004. – 272 с.
55. Бойко В. С., Бойко В. В., Видолоб Ю. Ф. та ін. Теоретичні основи електротехніки. Підручник: У 3 т.; Т. 2: Перехідні процеси у лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2008. – 224 с.
56. Петренко І.А. Основи електротехніки та електроніки: Навч. посібник для дистанційного навчання: у 2 ч. – Ч.1: Основи електротехніки. –

К.: Університет «Україна», 2006. – 411с. Ч.2: Основи електроніки. – К.: Університет «Україна», 2006. – 307 с.

57. Малинівський С.М. Загальна електротехніка. – Львів: Видавництво Національного ун-ту “Львівська політехніка”, 2001. – 594 с.

58. Електротехніка та електроніка. Теоретичні відомості, розрахунки та дослідження за підтримкою комп’ютерних технологій: Навчальний посібник. / А.А. Щерба, В.М. Рябенький, М.Є. Кучеренко, К.К. Побєдаш. В.І. Чибеліс, А.Т. Кінаш, Л.В. Солобуто: За заг. ред. А.А. Щерби та В.М. Рябенького. – К.: «Корнійчук», 2007. – 488 с.

59. Васильєва Л.Д., Медведенко Б.І., Якименко Ю.І. Напівпровідникові прилади: Підручник. – К.: ІВЦ, “Видавництво «Політехніка»”, 2003. – 388 с.

60. Електроніка і мікросхемотехніка: Підручник для студентів вищ. закл. освіти у 4-х т. Під ред. В. І. Сенька. – Т.1: Елементна база електронних пристроїв. – К.: ТОВ “Видавництво Обереги”, 2000.– 300 с.

61. Навчально-методичний посібник з курсу “Електротехніка”. Розділ “Розрахунок лінійних кіл постійного струму” / укл. Щерба А. А., Грудська В. П., Спінул Л.Ю - К.: ІВЦ «Політехніка».- 2004.

62. Навчально-методичний посібник з курсу “Електротехніка”. Розділ “Розрахунок лінійних кіл однофазного синусоїдного струму” / укл. Щерба А.А.,Грудська В. П., Спінул Л.Ю. - К.: ІВЦ «Політехніка».- 2004.

63. Навчально-методичний посібник “Взаємна індукція у колах змінного струму ”. / укл. Щерба А.А., Грудська В. П., Чибеліс В.І., Спінул Л.Ю. - К.: ВПЦ «Політехніка».- 2006.

64. Розрахунок електричних кіл постійного струму. Навчальне видання. / Уклад.: І.А. Курило, І.Н. Намацалюк, А.А. Щерба. – К.: НТУУ “КПІ”, ФЕА, 2006. – 51 с.

65. Розрахунок електричних кіл синусоїдного однофазного струму. Методичні вказівки до виконання розрахункових робіт. / Уклад.: І.А. Курило, І.Н. Намацалюк, А.А. Щерба. – К.: НТУУ “КПІ”, 2004. – 82 с.

66. Методичні вказівки до лабораторних робіт з теоретичних основ електротехніки: цикл 1./ Укл. А.А. Щерба, В.С. Бойко, В.І. Чибеліс, І.А. Курило.– К., НТУУ "КПІ", 2008. – 28 с.

67. Методичні вказівки до лабораторних робіт з теоретичних основ електротехніки: цикл 2./ Укл. А.А. Щерба, В.С. Бойко, В.І. Чибеліс та інші. – К., НТУУ "КПІ", 2008. – 36 с.

68. Метельский В.П. Электричні машини та мікромашини/ В.П. Метельский. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2001. – 600 с.

69. Шевченко В.П. Электричні машини Ч.1. Машини постійного струму/ В.П. Шевченко, Л.Я. Белікова. – О.: ОДПУ, 2000. – 120 с.

70. Шевченко В.П. Машини змінного струму: навч. посіб./ В.П. Шевченко, Л.Я. Белікова. – О.: Наука і техніка, 2005. – 270 с.

Додаток А

Стаття у фаховому журналі (подана до редакції журналу «Вісник Хмельницького національного університету»)

УДК 681.5

DOI:

КОРЕЦЬКА Людмила

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0002-4284-4936>

koretskal@khmnu.edu.ua

МАКАРИШКІН Денис

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0003-3447-811X>

makaryshkinde@khmnu.edu.ua

ВІЛЬЧАНСЬКИЙ М.В.

Хмельницький національний університет

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА СИНТЕТИЧНИХ МИЙНИХ ЗАСОБІВ

В статті проаналізовано технологічні процеси пов'язані з виробництвом синтетичних мийних засобів. Наведено опис технологічної установки, а також окремих її складових. Проказано етапи їх роботи, описані переваги і недоліки. Окремо описано схему автоматизації технологічного устаткування. Показані напрямки покращення схеми автоматичного керування.

Ключові слова: синтетичний мийний засіб, технологічне обладнання, схема автоматизації, гранулят.

KORETSKA Liudmyla, MAKARYSHKIN Denys, VILCHANSKY Mykhailo

Khmelnytsky National University

METHODS AND MEANS OF CONTROLLING THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF SYNTHETIC DETERGENT PRODUCTION

The article analyzes the technological processes associated with the production of synthetic detergents. The technological installation is described, as well as its individual components. The stages of their operation are shown, the advantages and disadvantages are described. The automation scheme of technological equipment is described separately. The directions of improving the automatic control scheme are shown.

Keywords: synthetic detergent, technological equipment, automation scheme, granulate.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Синтетичні миючі засоби призначені для видалення будь-яких забруднень з будь-яких поверхонь. Неможливо уявити повсякденне життя без використання синтетичних миючих засобів, вони значно спрощують процес чищення тканини, а також неможливо видалити гідрофобні речовини із забрудненого середовища без використання синтетичних миючих засобів, насамперед через високу густоту речовин, і на них не впливає механічна дія води. Деякі компоненти синтетичних миючих засобів мають властивості, які запобігають накопиченню бруду на поверхні тканини та в самих волокнах. Незважаючи на простоту створення продукту, процес його виготовлення може мати негативний вплив на здоров'я людини та навколишнє середовище в цілому. [1]

Формулювання цілей статті

Метою статті є дослідження методів автоматизації виробництва синтетичних миючих засобів, які забезпечують послідовний виробничий процес і є екологічно безпечним.

Виклад основного матеріалу

Технологія створення гранульованого порошкоподібного СМЗ баштовим методом - за допомогою сушильної башти, яка розпилює композицію - дозволяє отримувати готовий продукт з високими показниками якості. Порошки мають хорошу сипучість, швидко диференціюють від води під час прання, мають однорідний склад і всі компоненти рівномірно розподіляються в гранулах готового продукту. Виготовлення порошку СМЗ цим методом є одним із найпопулярніших у світі та в нашій країні.

Розглянемо методику дослідження хіміко-технологічного процесу [3], що використовується для створення синтетичних мийних засобів, наведену на рисунку 1.

При приготуванні складу сировину поділяють на сипучі компоненти: соду, трисульфат, сульфат натрію, карбоксиметилцелюлозу (КМЦ) і рідини: рідке скло, поверхнево-активні речовини (ПАР), промивні води.

Ця сировина за допомогою шлюзу і грохота завантажується в дозатори (1), потім надходить в реактор-змішувач (2). Там вони змішуються з розчином лугу (концентрація: 42%), а також із синтетичними жирними кислотами, які подаються насосом.

Підготовлена композиція насосом (3) перекачується в проміжну точку збору (4), звідти композиція прокачується через фільтр (6) і насос (7), далі подається в деаераційний пристрій (8), де завершується процедура очищення складу від газів, що не відповідають вимогам СМЗ.

Композиція спочатку очищається від побічних продуктів, потім за допомогою насоса (9) перекачується на фільтр (10), де повторно очищається від газових домішок, потім подається в гомогенізатор (11), звідки надходить на насос високого тиску (12) і, нарешті, до стадії сушіння.

Сушіння є одним із останніх етапів і критичних компонентів процесу виробництва синтетичних миючих засобів.

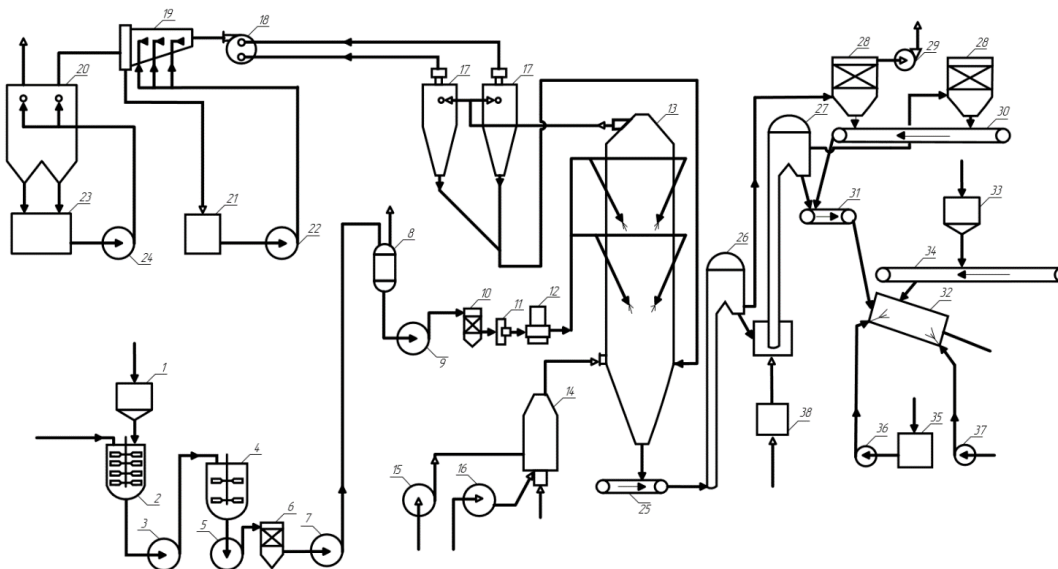


Рис. 1. Технологічна схема процесу виробництва СМЗ: 1 – дозатор, 2 – реактор-змішувач; 3, 5, 7, 9, 22, 24, 36, 37 – насоси; 4 – проміжний збірник; 6 – фільтр грубої очистки; 8 – деаератор; 10 – фільтр тонкої очистки; 11 – гомогенізатор; 12 – насос високого тиску; 13 – розпилювальна сушильна башта; 14 – газогенератор; 15, 16, 17, 29 – вентилятори; 17 – циклон; 19 – пилосажувач; 20 – електрофільтр; 21, 23 – збірник орошуваного середовища; 25, 30, 31, 35 – стрічкові транспортери; 26, 27 – сепаратори; 28 – рукавний фільтр; 32 – барабанний змішувач; 33 – витратні бункери; 35 – збірник неіоногенних ПАВ; 38 – холодильник повітря

У цей момент необхідна допомога газогенератора (14), нагрівальний агент спочатку готується шляхом об'єднання газів, що утворюються при згорянні палива, у певному співвідношенні з первинним і вторинним повітрям, ці гази подаються до пристрою через вентилятори (15 і 16).

Наступним кроком є підведення нагрівальної речовини до нижньої частини сушильної вежі за допомогою подачі повітря. Через форсунки на композицію подається високий тиск, який потім розпилюється в сушильну башту (13). Фактично, рух агента, відповідального за процес сушіння в башті, є рухом, який слідує за спіраллю потоку вихідного потоку з гарячим повітрям у башті, процес виконує кілька повних обертів.

Після сушіння композиція буде транспортуватися через стрічковий конвеєр (25) до апарату, який матиме процес розділення повітря, цьому сприятиме перший ерліфт, потім композиція буде транспортуватися до сепаратора (26), де вона буде відокремлюється від повітря, яке потім транспортується до другого повітряного підйому, звідти порошок транспортується до сепаратора (27), де він відділяється від повітря, яке потім транспортується до холодильника (39). Разом з уловленим повітроочисними фільтрами (28) - пил СМЗ, що виводиться з конвеєра (30), порошок транспортується на стрічковий конвеєр (31).

Процес поєднання порошку в бочці має вирішальне значення. По-перше, процедура поміщення термічно нестабільних компонентів і гранульованого триполіфосфату натрію в бункери (33) здійснюється за допомогою повітряного транспортування. Склад суміші транспортерами (34 і 31) передається на входи (32) барабанного змішувача.

Процедура очищення запиленого повітря з сушильної башти здійснюється в циклонах (17) - 4 шт. Спочатку. Пил: досягає нижньої частини сушарки, а повітря: в результаті зрошення EMS воно поєднується з пилом у осаднику (19), потім досягає електростатичного фільтра (20) і в результаті очищення, викидається в атмосферу.

Запилене повітря після башти відсмоктується витяжним вентилятором (18) і очищається в чотирьох циклонах (17) на першому ступені. Пил із циклону повертається до основи вежі, і перший крок полягає в накачуванні повітря в осадковий фільтр (19), який потім зрошується SMF, другим кроком є надходження в електрофільтр (20). Після електростатичного фільтра в атмосферу виходить повітря, яке спеціально фільтрується.

При великооб'ємній переробці застосовують різні способи сушіння через сушарки [2]. В результаті типовий зразок вакуумної сушильної камери має просту конструкцію, яка дозволяє одночасно сушити різні речовини. Мінусом є низька продуктивність, можливий перегрів матеріалу. Однобарабанні сушарки, занурені у воду, підходять лише для розведених розчинів або екстрактів, однобарабанні сушарки, які не занурені у воду, використовуються для сушіння продуктів, схожих на пасту. У двовалкових сушарках процес сушіння здійснюється при низьких температурах, і сушарки здатні вловлювати цінні пари розчинників шляхом конденсації. Крім того, у виробі залишається велика кількість вологи, і сушильна машина споживає багато енергії. Конструкція коробчатої (кабінетної) сушарки проста, але недоліком є те, що періодичність подачі продукту та відсутність рівномірного висихання продукту призводить до тривалого процесу, що займає багато часу та має великі втрати тепла. У багатоступеневій сушарці зі стрічкою потужність стрічки сушильного повітря і його температура збільшуються, але матеріал може перегріватися. Перевагами сушарки є її компактність, послідовне та інтенсивне сушіння, недоліком є те, що вона не може працювати з термочутливими матеріалами. Пневмосушарка пов'язана з високим ступенем інтенсивності сушіння і здатністю сушити при високій температурі за рахунок короткого часу перебування в камері. Крім того, складно регулювати процедуру, сушіння легкозаймистих матеріалів є вибухонебезпечним, а витрати енергії значні. Розпилювальну сушарку з можливістю швидкого сушіння можна використовувати для термочутливих продуктів, які необхідно перетворити на порошок без необхідності подрібнення. До переваг розпилювальних сушарок відносять складну структуру пілозбірника і високе споживання електроенергії під час роботи. Сушарка з псевдозрідженим шаром має здатність сушити чутливі до тепла продукти при високих температурах протягом короткого періоду часу через короткий період часу, протягом якого продукт контактує з сушаркою, і високу температуру, що використовується сушаркою. Одним з переваг його конструкції є можливість автоматично змінювати параметри процесу, але він не ідеальний для сушіння продуктів, які важко псевдозріджені, він очищає продукт

від повітря (переважно у фонтанних сушарках). У сушарках, які мають киплячий шар з пульсаціями, продукти, які є термолабільними, можуть сушитися з високою інтенсивністю. Недоліком її роботи є те, що з вихлопними газами виділяється до 5-7% матеріалу, не підходить для сушіння важкорозплавлюваних продуктів. Промені (інфрачервоні) сушарки мають високу швидкість процесу та низьку кількість тепла, що розсіюється. Недоліком є те, що товсті шари продукту неможливо висушити, що призводить до великих витрат енергії. Середня (низькочастотна) сушарка має характеристику рівномірного сушіння. Процесу висихання сприяє дифузія вологи до поверхні матеріалу. Мінусом є складність монтажу і високе енергоспоживання, необхідно підібрати режим сушіння (частота струму, потужність, довжина хвилі). Застосування ультразвукових (акустичних) сушарок дозволяє якісно сушити нестійкі матеріали, залежні від температури та окислення. Найбільшим мінусом є те, що це дуже дорого. У сушарках, що використовують адсорбенти, процес сушіння відбувається з мінімальними витратами тепла, але вимагає регенерації колони, яка є частиною конструкції сушарки. Сублімаційні (молекулярні) сушарки забезпечують якісне сушіння, але мають високі енерговитрати. Його недоліком є складність монтажу. [3, 4]

Узагальнюючи результати, для виробництва синтетичних миючих засобів використовували розпилювальну сушарку. Його переваги в тому, що процес сушіння відбувається швидко, температура матеріалу низька під час сушіння, отриманий продукт має форму тонкого порошку, не вимагає додаткової обробки, має хорошу розчинність.

Сушарка являє собою сферичну ємність з конусом на дні, що полегшує видалення сухої речовини. Спосіб розпилення продукту ділиться на два види: дисковий і насадковий. Перепад тиску на виході з сопла або через повітря в контейнері призводить до того, що продукт розпилюється з контейнера або на землю. Розчин з осушувачами розпилювали за допомогою пристрою, який центрифугував рідину, це робили за допомогою диска. Осушувач подається по трубопроводу у верхню частину пристрою, на кінці трубопроводу розташований розподільний конус. За допомогою пристрою створюється циклічний потік газу, що надходить. Краплі продукту, які розпилюються диском, слідує за потоком повітря та осідають на дні. Вода розсіюється, а залишки дрібних частинок порошку в сухому продукті осідають на дні конуса і стінках розвантажувального пристрою, які потім подаються в систему пневмотранспорту. Для струсіння частинок продукту, які осідають на стіні, використовується вібратор. Витрачений осушувач, який видалив частину частинок продукту з сушарки, направляється в циклон для сепарації. У процесі сушіння температура матеріалу не перевищує температуру вологи, що випаровується, а підтримується нижче цієї температури. Використання продукту дозволяє рівномірно наносити рідину на поверхню води і посилює процес випаровування води. Висушена суміш проходить через диск насадки, який має високу частоту обертання для перетворення частинок рідини в найдрібніші краплі.

Сушарку ми будемо розглядати як технологічний транспортний засіб - інерційність сушарки невелика, через відсутність значного матеріалу повітря також легке і має малу масу.

Давайте оцінимо розподіл параметрів - в сушильній башті є розподіл як по висоті, так і по радіусу, але вони не сильно виражені через високу швидкість газової фази і частинок порошку.

Крім того, виробничий процес нестаціонарний через засмічення сопел.

Процес спалювання газу в газогенераторі призводить до ризику пожежі в сушарці, полум'я від газогенератора передається порошку в сушильній башті. Крім того, через засмічення форсунок існує ймовірність вибуху та виходу з ладу всього пристрою та самих форсунок.

До шкідливих факторів на робочому місці відноситься підвищена запиленість приміщення. У зв'язку з цим важливо створити умови, що дозволяють працівникам безпечно виконувати роботу – використання місцевої та загальної вентиляції, приплив свіжого повітря до зон дихання, використання малотоксичних матеріалів. Крім того, необхідно використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), у тому числі респіратори, промислові протигази та автономні дихальні пристрої, призначені для захисту від шкідливих речовин в навколишньому атмосфері (аерозолі, гази, пари).

Автоматизація сушильної вежі є одним із найважливіших етапів автоматизованої системи виробництва синтетичних миючих засобів. Основна функція сушильної вежі - осушення суміші від надлишку вологи.

Еволюція технологічних засобів контролю відбувається швидко, і в сучасній промисловості використовуються найефективніші системи управління. Давайте обговоримо деякі з існуючих методів автоматизації сушильних башт.

На рис. 2 [4] демонструється один із прикладів автоматизації сушарки з киплячим шаром. Для цього пристрою типова робота може відбуватися лише на певній висоті псевдозрідженого шару, якщо шар не піднятий вище цього рівня, гідродинамічний опір шару збільшиться.

Коли автоматизоване сушіння проводиться в киплячому шарі, основним показником процедури є температура в шарі. Ефект регулювання температури досягається шляхом зміни швидкості потоку вологої речовини або осушувача та зміни температури останнього. Перший варіант полягає в тому, що параметри сушарки змінюються лише у відносно невеликому діапазоні. Перший підхід обумовлений наявністю сушарок і проміжних укриттів між обладнанням для попередньої обробки з певною кількістю матеріалу, що подається.

Інші компоненти системи включають контури регулювання ступеня гідродинамічного опору, контури регулювання співвідношення первинного повітря і палива, осушувачі, що споживають паливо, та інші компоненти.

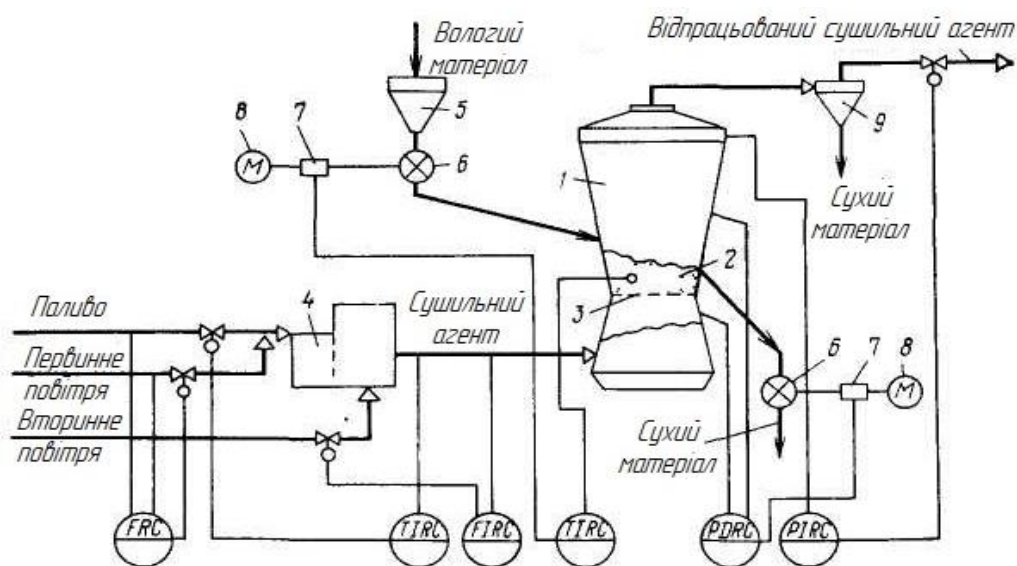


Рис. 2. Схема автоматизації сушильної башти з киплячим шаром

Розглянемо такий приклад системи автоматизації: барабанна сушарка [5] (рис.1.3). Мета контролю процесу сушіння полягає в тому, щоб твердий вологий матеріал був висушений до певного вмісту вологи, зберігаючи його початковий стан. Найбільші порушення в процесі викликають зміни швидкості потоку, початкової вологості та розподілу твердих часток, а також зміни швидкості потоку охолоджувача та початкової температури. Основною змінною, яку можна змінити, є кількість вологи, що залишається в твердому матеріалі.

Процес сушіння полегшує барабанна сушарка, а для регулювання процесу зазвичай використовується вологість теплоносія на виході з барабана. Регулятор вологості впливає на клапан, який встановлений на газопроводі до обігрівача. Оскільки температура теплоносія по довжині барабана приблизно дорівнює абсолютній вологості твердого матеріалу, подачу газу можна змінити, змінюючи температуру вологого повітря на виході з пристрою. Щоб полегшити процес сушіння, вологість або температуру повітря необхідно вручну змінити відповідно до аналізу залишкової вологи в лабораторії висушеного матеріалу.

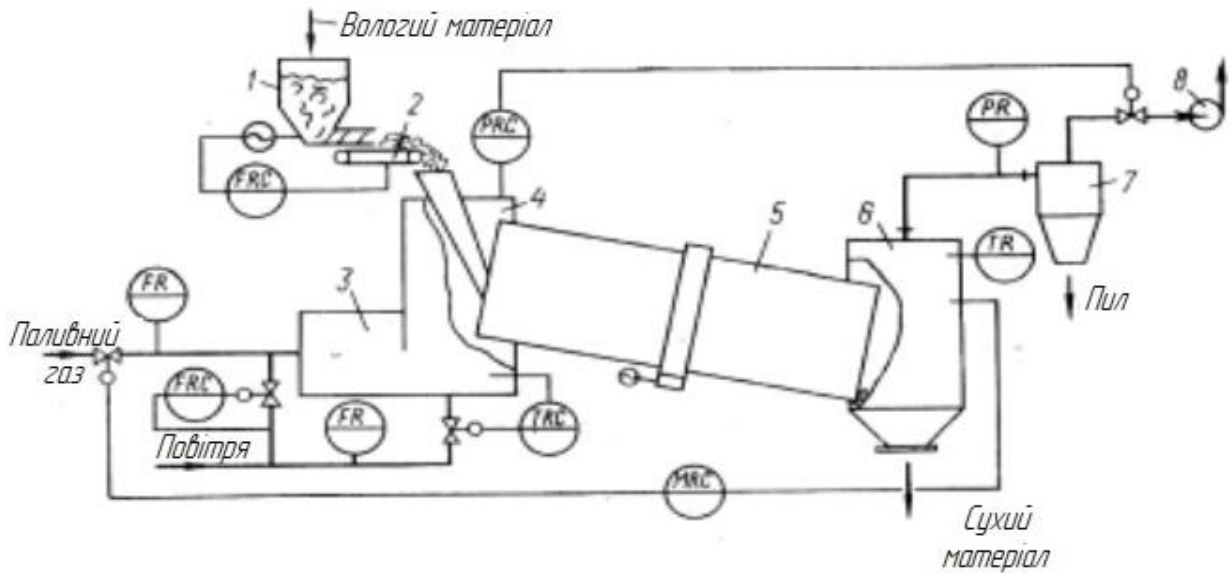


Рис. 3. Схема автоматизації барабанної сушарки

На рис. 4 зображено автоматизовану систему струминних розпилювальних сушарок [6], основною метою яких часто є не тільки виробництво продукту з певним вмістом вологи, але й підтримання сталого складу гранулометрії. Обсяг розпилення в струминній сушарці в першу чергу залежить від співвідношення швидкості потоку сушарки до суспензії. У результаті, на додаток до вже існуючих автоматизованих рішень, блок контролю розміру частинок включений в систему, змінюючи пропорцію швидкості потоку суспензії до загального потоку повітря з печі. Якщо допустима постійна подача зважених частинок, додається схема для регулювання суспензії.

Сьогодні в автоматизованих розпилювачах сушарок основною змінною, яка часто змінюється, є не вологість композиції, а температура або вологість осушувача, який використовується. Регулювання цих значень у струмені сушарки можна здійснити шляхом зміни об'єму вологої речовини, перехідний період для зміни об'єму суспензії, що розпилюється, відносно короткий. (2-3 хвилини). [3, 4]

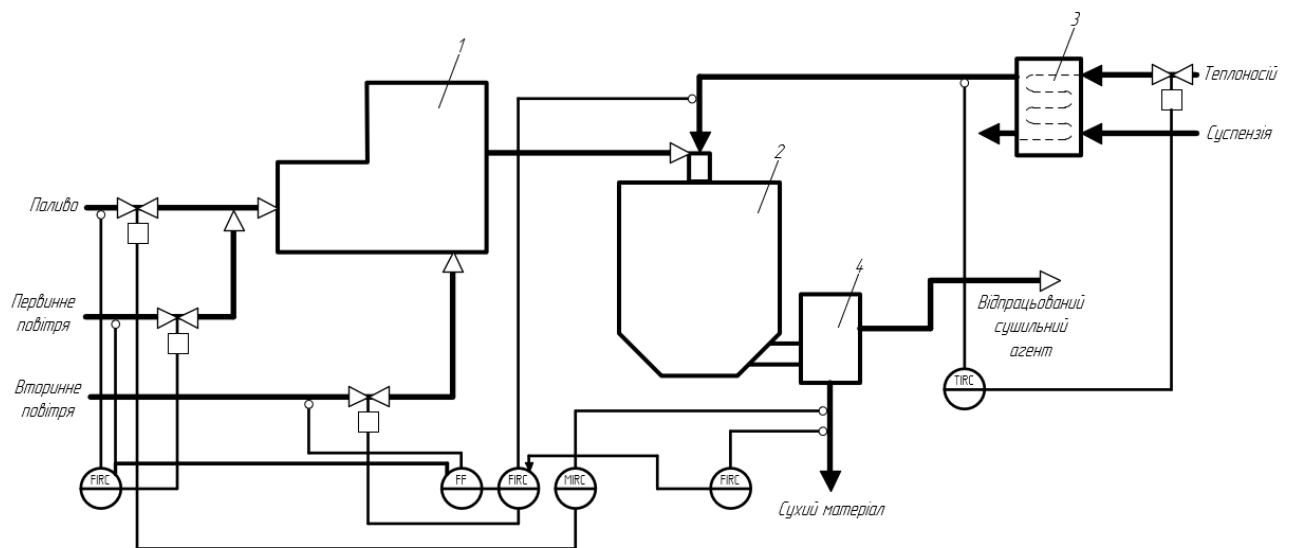


Рис. 4. Схема автоматизації струменевої сушарки

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

В статті проаналізовано технологічні процеси пов'язані з виробництвом синтетичних мийних засобів. Наведено опис технологічної установки, а також окремих її складових. Проказано етапи їх роботи, описані

переваги і недоліки. Окремо описано схему автоматизації технологічного устаткування. Показані напрямки покращення схеми автоматичного керування.

Література

1. Способи отримання сухих порошоків [Електронний ресурс] // journals.uran.ua. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <http://journals.uran.ua/swonaft/article/view/40681/36948>
2. Вплив компонентів зварювального аерозолію на здоров'я людини [Електронний ресурс] // adm.lviv.ua. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://city-adm.lviv.ua/news/society/emergency/233003-vplyv-komponentiv-zvარიuvalnoho-aerозoliu-na-zdorovia-liudyny>
3. Розробити схему автоматизації процесу сушки твердого матеріалу в сушильці киплячого шару [Електронний ресурс] // studfile.net. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://studfile.net/preview/9133081/page:3/>
4. Білецький В.С., Олійник Т.А., Смирнов В.О., Скляр Л.В. Техніка та технологія збагачення корисних копалин. Частина III. Заключні процеси. – Кривий Ріг: Криворізький національний університет. 2019. 220 с.

References

1. Sposoby otrymannia sukhykh poroshkiv [Elektronnyi resurs] // journals.uran.ua. – 2022. – Rezhym dostupu do resursu: <http://journals.uran.ua/swonaft/article/view/40681/36948>
2. Vplyv komponentiv zvარიuvalnoho aerозoliu na zdorovia liudyny [Elektronnyi resurs] // adm.lviv.ua. – 2022. – Rezhym dostupu do resursu: <https://city-adm.lviv.ua/news/society/emergency/233003-vplyv-komponentiv-zvარიuvalnoho-aerозoliu-na-zdorovia-liudyny>
3. Rozrobyty skhemu avtomatyziatsii protsesu sushky tverdogo materialu v sushyltsi kypliachoho sharu [Elektronnyi resurs] // studfile.net. – 2022. – Rezhym dostupu do resursu: <https://studfile.net/preview/9133081/page:3/>
4. Biletskyi V.S., Oliinyk T.A., Smyrnov V.O., Skliar L.V. Tekhnika ta tekhnolohiia zbahachennia korysnykh kopalyn. Chastyina III. Zakliuchni protsesy. – Kryvyi Rih: Kryvorizkyi natsionalnyi universytet. 2019. 220 s.

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Вільчанський Михайло Володимирович

Тема: Модель керування технологічним процесом виробництва синтетичних мийних засобів

Спеціальність: 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість сторінок записки 88

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою роботи є розробка системи керування процесом сушіння з метою підвищення ефективності технологічної системи та забезпечення бажаних якісних показників продукту.

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому розділі розглянуті способи збереження заданої продуктивності технологічної лінії при збереженні якості продукції. Для цього була сформована база знань для прогностично-діагностичної системи. Створено атабулярну форму та граф аварійних ситуацій, що дозволить використати проведені дослідження в програмному забезпеченні експертної системи. У другому та третьому розділах були проведені дослідження поєднання нечіткої системи для контролю температури газу в просторі сушарки для зберігання висушеного продукту по відношенню до фактичного ступеня вологості в продукті на виході з сушарки. На основі вищезазначених правил була створена нечітка поверхня висновку, яка демонструє залежність температури від вологості продуктів або ступеня їх агрегації. У четвертому розділі були розглянуті основні теоретичні питання щодо ідентифікації процесу сушіння через канал керування. За допомогою MathCAD побудовано емпіричну функцію вхідних і вихідних значень, побудовано гістограми та визначено довірчі інтервали. Було проведено кореляційний аналіз і визначено значиму, лінійну та квадратичну регресійну модель ТОК.

4. Позитивні сторони роботи: розроблено систему керування процесом сушіння з метою підвищення ефективності технологічної системи та забезпечено бажаних якісних показників продукту

5. Негативні сторони роботи: обмежений обсяг експериментальних даних, що може впливати на загальну достовірність висновків

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

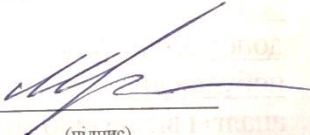
8. Інші зауваження: відсутні

9. Оцінка дипломної роботи: задовільно (3,50/D)

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

Мішан Віктор Володимирович
доцент каф. ТМІТ

"20" 12 2024 р.


(підпис)

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

Вільчанський Михайло Володимирович
ІІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 2 курс, групи АКІТРм-23-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений(а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

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

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

02.12.24

дата


підпис

Протокол аналізу звіту подібності науковим керівником

Заявляю, що я ознайомився (-лась) з Повним звітом подібності, який був згенерований Системою виявлення і запобігання плагіату щодо роботи:

Автор: Михайло ВІЛЬЧАНСЬКИЙ

Співавтор:

Назва: Вільчанський на антиплагіат

Науковий керівник: Людмила КОРЕЦЬКА

Підрозділ: Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Коефіцієнт подібності 1: 22.3%

Коефіцієнт подібності 2: 9.8%

Мікропробіли: 7

Заміна букв: 14

Інтервали: 0

Білі знаки: 0

Дата створення звіту: 2024-12-20 00:48:06.0

Після аналізу Звіту подібності констатую наступне:

Запозичення, виявлені в роботі є законними і не є плагіатом. Рівень подібності не перевищує допустимої межі. Таким чином робота незалежна і приймається.

Запозичення не є плагіатом, але перевищено граничне значення рівня подібностей. Таким чином робота повертається на доопрацювання.

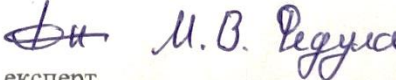
Виявлено запозичення і плагіат або навмисні текстові спотворення (маніпуляції), як передбачувані спроби укриття плагіату, які роблять роботу невідповідною вимогам законодавства (Ст. 32. ЗУ Про вищу освіту, пункт 3.1, Ст. 42. ЗУ Про освіту) та вимог НАЗЯВО (Критерій 5), а також кодексу етики і процедур. Таким чином робота не приймається.

Обґрунтування:

Значна частина запозичень припадає на список літератури

2024-12-20

Дата


експерт

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 6.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. **Помилоч в документах: 11%**

ID: 161605 Назва: МКР Математична модель керування технологічним процесом виробництва синтетичних мийних засобів Додано в БД: 2024-12-20 Автора: Михайло ВІЛЬЧАНСЬКИЙ Керівники: Людмила КОРЕЦЬКА Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	69234	619	4407 (6%)	41 (7%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
РОБОТОТЕХНІКИ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

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

Назва: Математична модель керування технологічним процесом виробництва синтетичних мийних засобів

Автор: Вільчанський Михайло Володимирович

Спеціальність: 174 – Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

Освітня програма: Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Науковий керівник: Корецька Людмила Олександрівна, кандидат технічних наук, доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

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

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

1) у тексті кваліфікаційної роботи системами перевірки на плагіат виявлено схожість з деякими документами в частині загальноживаних обов'язкових словосполучень у стандартних бланках (титулка, відомість документів), у структурі змісту, назвах розділів/підрозділів тощо, у назвах публікацій у переліку джерел посилання;

2) усі запозичення є фрагментарними або мають належним чином оформленні посилання;

3) виявлені модифікації тексту не впливають на відсоток схожості.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів ідентичності/схожості, складає 22,3% і адресується до 8 джерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру теми і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи





Валерій МАРТИНЮК

Валерій МАРТИНЮК

Людмила КОРЕЦЬКА