

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітній ступінь)

на тему:

**Розробка та дослідження автоматизованої системи керування лінією
упаковки та розфасовки рідких харчових продуктів у пластикову тару**

Виконав: студент (ка) VI курсу, групи КАМ-61
спеціальності 151 – Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології

(шифр і назва спеціальності)

Чайківський Назар Михайлович

(прізвище та ініціали)

Керівник

доц. Медвідь В.Р.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

ст. викл. Козбур І.Р.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

доц. Савків В.Б.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

проф. Стухляк П.Д.

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2020

АНОТАЦІЯ

В даній кваліфікаційній магістерській роботі досліджено автоматичний процес об'ємно-вагового дозування та фасування на автоматичній фасувальній установці типу (Linearpac 85M) УФАС–1200М .

Проаналізовано технологічні процеси об'ємно-вагового дозування та фасування рідких харчових продуктів, визначено фактори які найбільше впливають на якість та точність. Проведено моделювання порційного фасування продуктів в оптимальних умовах, відповідно проведено аналіз його параметри. Визначено основні характеристики моделей дозування та фасування. Запропоновано моделі етапного фасування, які дозволить підвищити продуктивність установки при забезпеченні відповідної якості та точності. Описано використання чисельних методи для розрахунку режимів оптимальних технологічних процесів дозування і фасування.

Запропоновано використання методики ультразвукових вимірів в'язкості рідких продуктів при їх дозуванні у харчовій промисловості. Розглянуто моделі різноступеневих типів фасування і дозування продуктів.

В магістерській кваліфікаційній роботі запропоновано використовувати у якості вхідного оперативного контролю вимірювання в'язкості дозованих продуктів, що дозволить під налагоджувати технологічні операції дозування і фасування продукту з метою підвищення продуктивності та точності.

В роботі розроблено відповідні конструктивні рішення дозаторів та система автоматичного управління і контролю установкою фасувальною автоматичною (Linearpac 85M) УФАС–1200М на базі МСU32-х .

ABSTRACT

In this qualifying master's thesis the automatic process of volume-weight dosing and packing on the automatic packing installation of type is investigated.

The technological processes of bulk dosing and packaging of liquid food products are analyzed, the factors that most influence the quality and accuracy are identified. Modeling of batch packaging of products in optimal conditions is carried out, the analysis of its parameters is carried out accordingly. The main characteristics of dosing and packaging models are determined. Models of stage packing which will allow to increase productivity of installation at maintenance of the corresponding quality and accuracy are offered. The use of numerical methods for calculating the modes of optimal technological processes of dosing and packaging is described.

It is proposed to use the method of ultrasonic measurements of the viscosity of liquid products in their dosing in the food industry. Models of different stages of packing and dosing of products are considered.

In the master's qualification work it is offered to use as input operational control of measurement of viscosity of the dosed products that will allow to adjust technological operations of dosing and packing of a product for the purpose of increase of productivity and accuracy.

The corresponding constructive decisions of batchers and system of automatic management and control of installation by packing automatic on basis (Linearpac 85M) УФАС-1200M are developed in work MCU32-x .

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	1
ABSTRACT	2
ВСТУП.....	5
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	6
1.1 Обладнання упаковки та фасування харчових продуктів	6
1.2 Матеріали для пакування продуктів у харчовій промисловості	6
1.3 Огляд дозуючих пристроїв у харчовій галузі.....	10
1.4 Параметри контролю технологічного процесу дозування та фасування	11
1.4.1 Контроль температури	11
1.4.2 Контроль ваги фасованого продукту.....	12
2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	13
2.1 Процес об'ємно вагового дозування рідких харчових продуктів	13
2.2 Моделювання оптимального порційного дозування продуктів.....	14
2.2.1 Характеристики математичної моделі дозування.....	16
2.2.2 Модель поетапного дозування.....	17
2.3 Використання методів ультразвукових вимірювань в'язкості для дозування продуктів у харчовій промисловості	21
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	29
3.1 Рекомендації для пакування рідких та сипучих харчових продуктів.....	29
3.2 Матеріали для пакування рідких та сипучих харчових продуктів.....	29
4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	31
4.1 Установа фасування автоматична Linearpac 85М.....	31
4.1.1 Призначення.....	31
4.1.2 Основні технічні дані і характеристики.....	32
4.1.3 Пристрій і робота установки	33
4.1.4 Складові частини установки	34
4.1.3 Технічне обслуговування установки.....	35

4.2 Розробка автоматичної системи керування і контролю установкою	
Linearpac 85M.....	36
4.2.1 Контроль температури.....	36
4.2.2 Контроль ваги.....	38
4.3 Розробка контролера температури механізму зварювання	
поліетилену.....	39
4.4 Розробка схеми принципової електричної модуля обчислювача,	
головного процесорного комплексу системи автоматичного контролю і	
керування.....	46
5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	49
Програмування мікроконтролера у загального керування установкою	
Linearpac 85M	49
5.1.1 Вибір програматора-відладчика для розробки.....	49
5.2 Установка середовища розробки.....	49
5.3 Стандартна бібліотека периферії STM32.....	50
5.4 Практична частина: приклад проекту.....	53
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	60
6.1 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	60
6.1.1 Безпека виробничих процесів.....	60
6.1.2 Виробниче освітлення та основні вимоги до його організації.....	61
6.2 БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	63
6.2.1 Оцінка хімічної обстановки на підприємствах, що використовують	
СДОР в технологічних цілях.....	63
6.2.2 Особливості оцінки хімічної обстановки на хімічно небезпечному	
об'єкті.....	64
ВИСНОВОК.....	70
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	71
ДОДАТКИ.....	Ошибка! Закладка не определена.

ВСТУП

У нашій країні досягнуті величезні успіхи в підвищенні продуктивності праці шляхом створення нових, більш досконалих технологічних процесів, систем автоматизації і т.д. Чимала роль у цьому належить і автоматичним вимірювальним системам і приладам, призначеним для виміру, реєстрації й обробки інформації.

Усе більша кількість величин вимірюється автоматичними вимірювальними приладами (АВП) без участі оператора. АВП необхідні в місцях, де неможливо чи утруднена присутність людини (у космосі, океані, земних глибинах); при розосередженні об'єктів виміру; при одночасних вимірах багатьох величин; при тривалих вимірах; при вимірах по складній програмі; при вимірі швидкозмінних величин. За допомогою автоматичних вимірювальних приладів істотно розширені межі виміру, підвищена точність виміру.

Для забезпечення високих темпів науково-технічного прогресу необхідне підвищення продуктивності праці в технологіях та наукових дослідженнях. Для цієї мети створюється багато вимірювальних систем, що забезпечують автоматизацію і підвищення продуктивності праці дослідження.

При вимірі багатьох величин на пультах керування об'єктами неможливо розмістити всі прилади, а оператор не в змозі осмислити всю ситуацію. Наприклад, на пультах керування могутнім котлотурбінним агрегатом потужністю 1200 МВт необхідно було б установити вище 1000 окремих приладів, що економічно не вигідно і технічно недоцільно.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Обладнання упаковки та фасування харчових продуктів

Упаковка є важливою і невід'ємною частиною готової продукції. У рішенні проблем упаковки продуктів основними питаннями є: визначення її найбільшої економічної ефективності, захисту від шкідливого впливу навколишнього середовища і від шкідників, від пошкоджень і втрат вмісту при транспортуванні та зберіганні. Тому основні функції упаковки — захисна та рекламно-інформаційна. Причому друга не менш важлива, ніж перша, оскільки дає споживачеві відповідну інформацію про продукт: можливість візуального огляду, рекомендації з приготування продукту.

Значний вплив на прийняття рішень про придбання продукту надає матеріал і зовнішнє оформлення упаковки, які вимагають все більшого вдосконалення обладнання. Нові пакувальні матеріали повинні відповідати вимогам екологічної безпеки, які нині дуже високі. Для виготовлення такої упаковки необхідно високоякісну сировину і сучасне пакувальне обладнання.

Приклади обладнань фасування і упаковки рідких харчових продуктів приведено далі.

В кваліфікаційній роботі розглянуто автоматичне обладнання призначене для дозування, фасування та пакування харчових продуктів

У Додатку 1, приведено детальні експлуатаційні та технічні характеристики автоматичного обладнання:

- Установа автоматична М2
- Автомат DXDK-40П
- Автомат ЖАРМ-1М

1.2 Матеріали для пакування продуктів у харчовій промисловості

Матеріали для пакування в харчовій промисловості в загальному класифікують на такі основні групи, – целюлозні, пластикові, металеві.

До целюлозних відносять паперову упаковку, целофан; пластикові – саран, поліетилен, металеві – тонкий прокат, фольга.

На основі основних пакувальних матеріалів створені комбіновані матеріали, наприклад, паперова упаковки покрита плівкою поліетилену, целофан-поліетилен, целофан-саран, поліетилен-саран, папір-фольга і т.д.

Для упаковки харчових продуктів використовують парафінований папір, пергамент, підпергамент, обгортковий, етикетковий, а також спеціального призначення для пакувальних, фасувальних автоматів.

Пергамент рослинний являє собою жиронепроникний і вологостійкий папір. За ГОСТ 1341-49 пергамент виготовляють чотирьох марок: А, Б, В і Г. Пергамент марки А призначений для упаковки вершкового масла, марки Г — для упаковки на автоматах вершкового масла та інших жирів. По жиронепроникності кращим є пергамент марок А і Б. Вага пергаменту наступна:

Таблиця 1.1 — Питома щільність пергаменту

Марка пергаменту	А	Б	В	Г
Вага 1м ² (в г)	75	60	55	50

Підпергамент — папір, який поступається пергаменту щодо жиронепроникності. За ГОСТ 1760-53 підпергамент випускається двох марок: А і Б. Підпергамент марки А менш жиронепроникний, ніж марки Б. Вага 1 м² підпергаменту обох марок 40 і 55 грам.

Парафінований папір застосовується для харчових продуктів, що вимагають вологонепроникну упаковку. Папір-основа для парафінування по ГОСТ 5175-53 випускається п'яти марок: ОДПЕ-22 етикеточний, призначений після нанесення друку та парафінування для загорання цукерок на напівавтоматах; ОДП-22 підкладковий, призначений після парафінування для внутрішнього загорання цукерок на напівавтоматах, а також для загорання інших харчових продуктів та виробів; ОДП-28, ОДП-35 і ОДП-42 пакувальний, призначений після парафінування для внутрішнього

вистилання ящиків, коробок та загортання різних харчових і інших продуктів (марка ОДП-28), для загортання різних деталей і виробів (марка ОДП-35), для загортання медикаментів та інших продуктів і виробів (марка ОДП-42).

Чайний папір за ГОСТ 1161-41 випускається п'яти марок: А, Б, В, Г і Д. Папір марки А призначений для внутрішньої упаковки розвішеного чаю, марки Б — для зовнішньої м'якої упаковки пачок ручним способом, марки В— машинним, марки Г — для зовнішньої упаковки пачок в коробки ручним способом, марки Д — машинним способом. Вага чайного паперу наступна:

Таблиця 1.2 — Питома щільність чайного паперу

Марки чайного паперу	А	Б	В	Г	Д
Вага 1м ² (в г)	45	60	100	200	300

Целофан володіє значною міцністю, високою жиронепроникністю, позбавлений запаху і смаку. На целофан друкарським шляхом можна нанести малюнок. Для пакування харчових продуктів целофан застосовується у вигляді плоских, м'яких упаковочних пакетів, а також для загортання штучних виробів і продуктів, попередньо упакованих у паперові коробки і пакети або поміщених в картонні лотки.

Поліетилен отримують з етилену шляхом полімеризації. Плівка поліетилену є важливим пакувальним матеріалом. для харчових продуктів. Вона хімічно інертна, не отруйна, позбавлена запаху і смаку, має гарну волого- і паронепроникність, легко пропускає кисень і вуглекислий газ, характеризується високою міцністю і еластичністю навіть при дуже низьких температурах (до -70 °). Однак ця плівка мало стійка проти дії жиру.

Пліофільм — це плівка на основі натурального каучуку після обробки його хлороводневим газом. Плівка пліофільма достатньо міцна та пружна, добре зварюється температурним впливом, інертна до кислот та лугів, не токсична, з високою жиронепроникністю.

Саран — плівка, що є винятково прозора, з блискучою поверхнею. Саран інертний до кислот, лугів, жирів і масел, не токсичний, з низькою волого- і газопроникністю, добре зберігає аромат продуктів. Саран характеризується високою міцністю і еластичністю, термічно зварюється. Плівка при зануренні в гарячу воду миттєво стискається, що дозволяє добре упаковувати в сарані вироби неправильної форми.

Фольга — основний металевий пакувальний матеріал для харчових продуктів. Фольга виготовлена з марок алюмінію АТ (вміст алюмінію 99,6%), А1 (вміст алюмінію 99,5%) і А2 (вміст алюмінію 99,0%). Фольга, вживана для обгортки харчових продуктів, що містять жиrowі речовини (шоколад, сир, халва тощо), виготовляється тільки з алюмінію марок АТ і А1. За ГОСТ 745-41 випускається фольга чотирьох марок: ФГ, ФШ, ФТ і ФР. Фольга марки ФГ — гладка харчова, призначена для обгортки кондитерських виробів, сиру, чаю тощо, марки ФШ — гладка, для обгортки горлечок пляшок, марки ФТ — витиснена, для обгортки кондитерських, тютюнових та інших виробів, марки ФР — гладка, для різних цілей. Товщина і вага алюмінієвої фольги наведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 — Товщина і вага фольги алюмінієвої

Мака фольги	Товщина (в мм)	Вага в 1м ² (в г)
ФГ, ФР	0,01	27,3
ФГ, ФР	0,014	38,2
ФГ, ФР	0,018	49,1
ФГ, ФР	0,03	81,9
ФГ, ФР	0,05	136,5
ФГ, ФР	0,07	191,1
ФГ, ФР	0,1	273
ФШ	0,014	38,2
ФТ	0,01	27,3

1.3 Огляд дозуючих пристроїв у харчовій галузі

Автоматичне дозування все ширше впроваджується в технологічні процеси. Збільшення обсягу застосування автоматичних дозаторів обумовлюється низкою переваг цього обладнання, і насамперед поліпшенням якості продукції та урахуванням сировини.

У даному підпункті аналітичної частини розглянемо аналоги дозуючих пристроїв харчової галузі, які використовуються для об'ємного, вагового, або об'ємно-вагового дозування харчових продуктів різних типів. Дозування один з технологічних переходів кінцевого етапу виробництва харчових продуктів і стосується операцій фасування та пакування готової продукції. Мета дозування це розподіл готової до пакування продукції на порції по визначеному об'єму або вазі, в окремих випадках, корелюючи питому вагу продукту до об'єму використовують об'ємно-вагове дозування з визначеним об'ємом і вашого фасованої продукції.

В якості аналогів дозуючих пристроїв в кваліфікаційній роботі розглянуті наступні марки дозаторів:

Дозатор ваговий серії ДВС

Дозатор багатокomпонентний АД-3000-ГК

Дозатор ваговий серії ДВП

Докладніше технічні, експлуатаційні параметри і характеристики та опис принципів їх функціонування розглянуті у додатку 2 даної кваліфікаційної роботи.

1.4 Параметри контролю технологічного процесу дозування та фасування

1.4.1 Контроль температури

Температурні режими в установці фасувальній автоматичній типу (Linearpac 85M) УФАС–1200М контролюються у двох позиціях:

- температура охолодженого вхідного фасованого продукту;
- температура нагрівачів механізму зварювання поліетилену пакувального матеріалу (упаковка типу PURE PAK або TETRA REX).

Типи давачів для контролю температур вибираємо виходячи з контрольованого діапазону температур.

1-а позиція — температура вхідного охолодженого продукту для фасування, діапазон контрольованої температури 0...5 °С.

2-а позиція — температура нагрівачів для зварювання поліетилену пакувального матеріалу, діапазон контрольованої температури 120...150 °С.

Виходячи з цих вихідних даних можна розглянути сучасні аналоги, обґрунтувати та вибрати відповідні давачі для проведення контролю температури у двох позиціях. Докладні технічні відомості приведені в ДОДАТКУ 3.

В якості пристроїв вимірювання температури у відповідних позиціях контролю температури можна обрати наступні сучасні типи давачів.

- Цифровий термометр DS1722 з інтерфейсом SPI/3-провідним
- Термохронний давач накопичувач DS1921
- 1-провідний цифровий термометр DS18S20-PAR з паразитним живленням
- SOT23-5 цифровий термометр і термостат

1.4.2 Контроль ваги фасованого продукту

Контроль ваги фасованого продукту в автоматичній фасувальній установці типу (Linearpac 85M) УФАС–1200М виконується в двох позиціях:

- дозатора;
- конвеєрній лінії.

Виходячи з вихідних даних розглянемо сучасні аналоги, обґрунтуємо та оберемо відповідні давачі для проведення контролю ваги фасованого продукту у двох позиціях.

Докладні технічні та експлуатаційні відомості приведені в ДОДАТКУ 4.

В якості пристроїв вимірювання ваги, або зусилля готового продукту на основу конструкції дозатора у відповідних позиціях контролю можна обрати наступні типи давачів:

- Тензорезисторний датчик Т4
- Тензорезисторний S-подібний датчик стиснення-розтягування С2А
- Тензорезисторний датчик типу "платформа" Т50
- Тензорезисторний мембранний датчик стиснення М70К

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1 Процес об'ємно вагового дозування рідких харчових продуктів

Велика кількість харчових продуктів з різними хімічними й фізико-механічними характеристиками, смаковими і поживними властивостями, різноманітність видів їхнього упакування, строків й умов зберігання обумовлених особливостями продуктів і вимогами кон'юнктури ринку, викликає необхідність випуску фасовочно-дозуючого устаткування різного призначення.

Рідкі харчові продукти, що характеризуються гарною текучістю, не викликають труднощів при фасуванні, оскільки вони не налипають на стінки каналів і мірних ємностей. Однак, у міру збільшення в'язкості продукту подібні явища проявляються все більшою мірою.

Дослідження дозуючих машин, застосовуваних для фасування в'язких рідких продуктів у тару [1, 2, 11, 12, 17], показало, що для подібного виду продуктів необхідно використати дозатори, що працюють по об'ємному принципу, здатні здійснювати примусовий набір продукту в мірну ємність дозатора, тобто усмоктування, і також примусове видавлювання продукту з мірної ємності в тару.

У харчовій промисловості широке розповсюдження отримали шнекові, плунжерні й поршневі дозатори [12], але для фасування в'язких продуктів звичайно застосовуються поршневі дозатори, які найбільше відповідають вимогам, поставленим до фасування в'язких харчових продуктів.

Всі існуючі поршневі дозатори двохприводні. Один привод необхідний для додання поршню зворотно-поступального руху, а інший - для приведення в дію відсікача потоку (золотник, заслінка або інший механізм, що виконує функцію закриття-відкриття каналів подачі продукту в мірний циліндр і випуску з нього продукту в тару).

Зрозуміло, що вартість кожного привода входить у вартість дозатора й, в остаточному підсумку, відбивається на ціні фасованого продукту. Крім

того, конструкція таких машин досить складна, а, отже, збільшуються й експлуатаційні витрати [11].

Існує також спосіб приведення в дію поршня й відсікача потоку за допомогою одного привода, із застосуванням при цьому системи важелів, або інших механізмів [12]. Однак, подібне рішення також істотно ускладнює конструкцію дозатора, знижує надійність його роботи й збільшує експлуатаційні витрати на обслуговування.

При фасуванні харчових продуктів, що мають у своєму складі абразивні включення (майонез, кетчуп і т.д.), або продуктів, які містять великі частки (горіхи, ізюм, частки фруктів), часто виникає проблема вибору дозуючого устаткування внаслідок підвищеного зношування тих його поверхонь, між якими відбувається перетирання часток продукту (що відбувається головним чином у клапанах й ущільненнях дозатора). У зв'язку із цим актуальне завдання розробки дозаторів позбавлених подібних недоліків.

Метою даного розділу є розробка науково обґрунтованої методики розрахунку дозаторів зі сполученим приводом розподільників і поршнів, що дозволяє цілеспрямовано розраховувати їхні конструктивні параметри, визначити області їхнього застосування й припустимі режими роботи. Також піддається дослідженню можливість збільшення продуктивності дозаторів за допомогою установки дільника потоку.

2.2 Моделювання оптимального порційного дозування продуктів

У розділі розглядається математичний опису процесу оптимального вагового порційного дозування. Для рішення цього завдання визначаються необхідні й достатні параметри процесу дозування. На прикладі поетапного вагового дозування встановлюються взаємозв'язки обраних параметрів у випадку оптимального дозування й розробляються алгоритми розрахунку оптимальних режимів дозування.

Дозування рідко-в'язких продуктів відіграє важливу роль у багатьох галузях промисловості. У харчовій промисловості якість і собівартість виробленої продукції прямо залежать від точності дозування й властивостей використовуваних дозуючих систем.

Автоматизація дозування вимагає створення усе більше широкій номенклатури автоматизованих систем дозування рідко-в'язких продуктів, підвищення точності дозування. Основою для створення нових, більше ефективних у порівнянні з існуючими, автоматизованих систем дозування є розробка математичного опису процесу дозування, що включає в себе вибір необхідних і достатніх параметрів дозування, характеру їхніх взаємозв'язків, визначення можливостей підвищення точності й продуктивності дозування.

Обсяг проведених теоретичних досліджень в області математичного моделювання процесу дозування досить обмежений. Аналіз світового наукового досвіду свідчить, що фундаментальні дослідження в даній області проводилися головним чином в 1970-1980-х рр. на Україні й у Росії. До числа найбільш відомих теоретичних досліджень ставляться, зокрема, роботи Ю.В. Відінеєва [1] й Е.Б. Карпіна [2]. Однак Ю.В. Відінеєв займався в основному безперервним дозуванням, а Е.Б.Карпін - ваговим неавтоматизованим устаткуванням.

В останні роки увага до теоретичних досліджень в області дозування почала зростати. Зокрема, було захищено кілька дисертацій в області структурного опису дозуючих систем і математичного моделювання процесу дозування [3, 4]. Також можна відзначити цікаве дослідження з комп'ютерного моделювання процесу дозування (Оптимізація процесу вагового дозування рідко-в'язких продуктів), проведене в 2007 р. у Придніпровській державній академії (м. Дніпропетровськ, Україна). Умови для цього створили швидкий розвиток обчислювальної техніки й поява професійного математичного програмного забезпечення (зокрема, програми MathLab, Maple й ін.).

Однак ключові завдання математичного моделювання процесу дозування дотепер залишаються невирішеними. Зокрема, не існує однозначного алгоритму для розрахунку режиму порційного дозування, тобто функції інтенсивності подачі матеріалу від часу. Визначенню базових підходів до рішення зазначеного завдання присвячений даний розділ.

2.2.1 Характеристики математичної моделі дозування

Опис процесу дозування починається з визначення необхідного й достатнього комплексу параметрів, що його характеризують: по-перше, подачу матеріалу (інтенсивність і тривалість), по-друге, точність дозуючої системи (яка залежить від прецизійності елементів дозуючої системи й фізико-механічних властивостей матеріалу дозування), по-третє, властивості дозованої порції (величину порції й припустиму похибку величини порції).

Параметри, що характеризують подачу матеріалу й властивості одержуваної порції, очевидні. Зокрема, якщо ми маємо справу з поетапним дозуванням, коли функція інтенсивності подачі матеріалу від часу є ступеневою, як параметри подачі матеріалу виступають інтенсивності подачі $Q_1, Q_2 \dots Q_n$ (n -число етапів дозування) і тривалості дозування $T_1, T_2 \dots T_n$ на етапах. Параметрами, що характеризують властивості дозованої порції, є маса порції M (у випадку вагового дозування) або обсяг V порції (у випадку об'ємного дозування), а також максимально припустима абсолютна Δ або відносна δ похибка порції.

Для характеристики точності дозуючої системи (не слід плутати її з точністю дозування) необхідно ввести єдину кількісну характеристику. Це може бути зроблено виходячи з наступних міркувань.

Основним джерелом випадкової похибки порційного дозування є дисперсія кількості матеріалу, дозованого за час відключення подачі матеріалу. Це пов'язане із мінливістю маси матеріалу в стовпі падаючої дозованої речовини й у коливанні інтенсивності подачі матеріалу при відключенні. У результаті випадкова похибка порційного дозування

головним чином визначається інтенсивністю подачі матеріалу: чим вище інтенсивність подачі, тим більша похибка. Отже, шукана єдина кількісна характеристика похибки дозуючої системи повинна (у першому наближенні) прямо пропорційно залежати від інтенсивності подачі матеріалу. Тому шукана кількісна характеристика похибки дозуючої системи повинна мати розмірність часу (добуток часу на інтенсивність подачі дає масу). Назвемо її наведеною погрішністю часу дозування K .

Фізичний зміст наведеної похибки часу дозування наступний: це час, за який при заданій інтенсивності подачі дозується кількість матеріалу (маса або обсяг), рівний абсолютній похибці дозування.

2.2.2 Модель поетапного дозування

Модель дозування являє собою сукупність функцій, що зв'язують між собою всі параметри дозування. У даній роботі ми розглянемо математичну модель поетапного вагового дозування.

Поетапне дозування є одним з найбільш ефективних типів дозування [5-7]. При поетапному дозуванні процес видачі порції розбивається на етапи, причому на кожному наступному етапі дозується менша частина порції з меншою інтенсивністю подачі матеріалу. Похибка дозування на кожному з етапів (крім останнього) компенсується на наступному етапі, а похибка дозування на останньому етапі не повинна перевищувати припустиму похибку дозування.

Використовуючи раніше введений параметр наведеної похибки часу дозування K , вихідні залежності для визначення оптимального режиму поетапного вагового дозування визначаються в такий спосіб:

$$\begin{aligned} Q_i \times K(Q_i, m_i) &= C \times Q_{i+1} \times T_{i+1}; \\ Q_i &= \Delta / K(Q_i, m_i); \\ Q_1 \times T_1 + Q_2 \times T_2 + \dots + Q_n \times T_n &= M, \end{aligned}$$

де $K(Q_i, m_i) \approx K_0 + kQ_i + hm_i$ - наведена похибку часу дозування, що є в загальному випадку функцією від поточного значення інтенсивності подачі

Q_i і накопиченої маси порції m_i ; K_0, k, h - постійні величини (коефіцієнти);
 C - коефіцієнт запасу (рекомендоване значення 3).

Оскільки величина наведеної похибки часу дозування змінюється в процесі дозування незначно (при правильній конструкції дозатора не більше 5...10...10 %), ми прийняли лінійну залежність величини K від інтенсивності подачі й накопиченої маси порції.

Математична модель дозування, мабуть, повинна бути розроблена стосовно до оптимального дозування. Оптимальним буде такий режим, при якому забезпечується виконання однієї із двох умов:

1. Режим дозування забезпечує максимальну продуктивність (мінімальний сумарний час дозування T) при заданих властивостях матеріалу й параметрах дозуючої системи.

2. Режим дозування забезпечує необхідну продуктивність (що задається через сумарний час дозування T) і точність (задається через припустиму абсолютну похибку D) дозування заданої порції (у випадку вагового дозування - маси M) при мінімальних вимогах до сталості фізико-механічних властивостей дозованого матеріалу й точності дозуючої системи.

Ми будемо розглядати перший випадок оптимізації, що назвемо оптимізацією за критерієм продуктивності.

Проведемо оптимізацію для двохетапного дозування за критерієм продуктивності, тобто визначимо параметри дозування, при яких сумарний час дозування мінімальний. Параметри двохетапного дозування зв'язані між собою в такий спосіб:

$$Q_2 = \Delta / (K_0 + k_2 + h) = 0,5 \left(\left((K_0 + h)^2 + 4k\Delta \right)^{0,5} - K_{0-h} \right) / k;$$

$$T_2 = \left(C Q_1 (K_0 + k_1 + h (M - T_2 Q_2)) \right) / Q_2 = \left(C Q_1 (K_0 + k_1 + h) \right) / (Q_2 (1 + C h_1));$$

$$T_1 = M / Q_1 = \left(C (K_0 + k_1 + h) \right) / (1 + C h_1).$$

Для знаходження оптимального режиму продиференціюємо функцію часу дозування $f = T_1 + T_2$ по Q_1 і прирівняємо отриманий вираз до нуля

$$\partial f / \partial Q_1 =$$

$$= k / h_2 + (C^2 h^2 K_0 Q_2 - C k_2 h + C^2 h^3 M Q_2 + C h_0 + C h^2 M - k) / h (1 + C h_1)^2 Q_2 - M / Q_1^2 = 0$$

Звідки маємо рівняння четвертого ступеня відносно Q_1 :

$$k h_2 Q_1^4 + 2 k C Q_1^3 + (C_2 h_0 Q_2 - C k_2 + C K_0 + C h) Q_1^2 - 2 M h_2 C Q_1 - M Q_2 = 0.$$

Розглянемо приклад. Нехай

$$T_1 = 4,058 \text{ с}; T_2 = 3,896 \text{ с}; T_{\Sigma} = T_1 + T_2 = 7,954 \text{ с}.$$

$$M = 10 \text{ кг}, \Delta = 0,01 \text{ кг}, K_0 = 0,02 \text{ с}, k = 0,005 \text{ с}^2 / \text{кг}, h = 0,005 \text{ с} / \text{кг}, \quad \text{число}$$

етапів $n = 2$. У результаті розрахунку відповідно до наведеного вище рівняннями одержуємо:

$$Q_1 = 2,3284 \text{ кг} / \text{с}; Q_2 = 0,1414 \text{ кг} / \text{с};$$

$$T_1 = 4,058 \text{ с}; T_2 = 3,896 \text{ с}; T_{\Sigma} = T_1 + T_2 = 7,954 \text{ с}.$$

На мал. 2.1 показаний режим дозування.

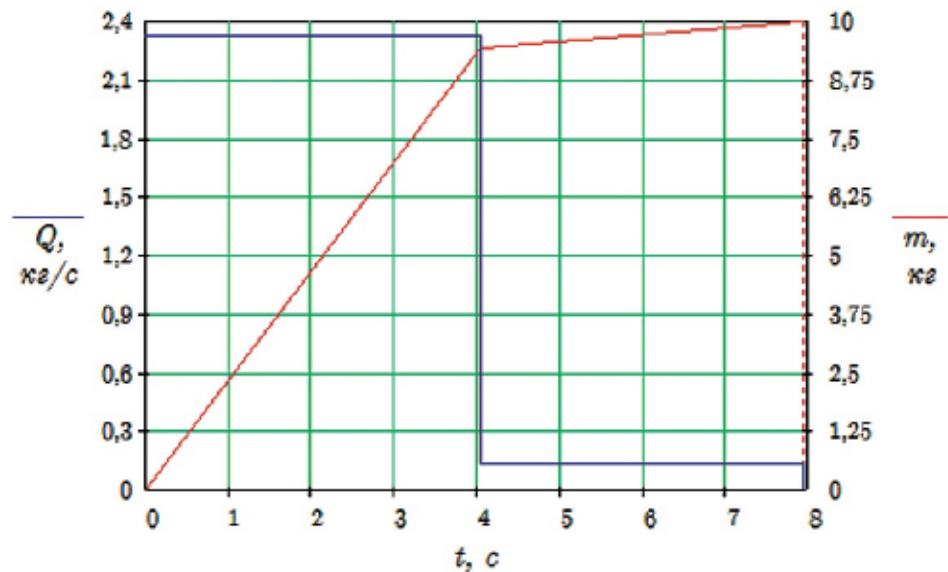


Рисунок 2.1 – Режим двохетапного дозування

Розглянемо тепер трьохетапне дозування. Аналогічним образом для функції $f = T_1 + T_2 + T_3$ знаходимо мінімум. При відомому значенні Q_1 величина Q_2 визначається (у відповідність із рівняннями системи) у такий спосіб:

$$(k h C Q_1 + k h^2 C^2 Q_1^2 + k h C Q_3) Q_2^4 + (2 k_1 + 2 k h C Q_1^2 - 2 k_3) Q_2^3 + (M h_1 + Q_1 C h_0 + Q_1 K_0 - k h C Q_1^2 Q_3 - M h_3 + Q_3 K_0 + h_2 C M Q_1^2 - Q_3 h_2 C_2 M Q_1^3) Q_2^2 + (-2 C Q_1^3 Q_3 h k -$$

$$2CQ_1^2Q_3h_0 - 2CQ_1^2Q_3h_2M)Q_2 - Q_1^2Q_3K_0 - Q_1^2Q_3h - Q_1^3Q_3k = 0.$$

Розглянемо приклад. Нехай умови будуть такі ж, що й у попередньому прикладі, тобто

$$M = 10 \text{ кг}, \Delta = 0,01 \text{ кг}, K_0 = 0,02 \text{ с}, k = 0,005 \text{ с}^2 / \text{кг}, h = 0,005 \text{ с} / \text{кг},$$

число етапів $n = 3$. У результаті розрахунку відповідно до вищенаведених формул одержуємо:

$$Q_1 = 5,4821 \text{ кг} / \text{с}; Q_2 = 0,9611 \text{ кг} / \text{с}; Q_3 = 0,1414 \text{ кг} / \text{с};$$

$$T_1 = 1,5182 \text{ с}; T_2 = 1,5234 \text{ с}; T_3 = 1,5034 \text{ с}; T_\Sigma = T_1 + T_2 + T_3 = 4,5451 \text{ с}.$$

На мал. 2 показаний трьохетапний режим дозування.

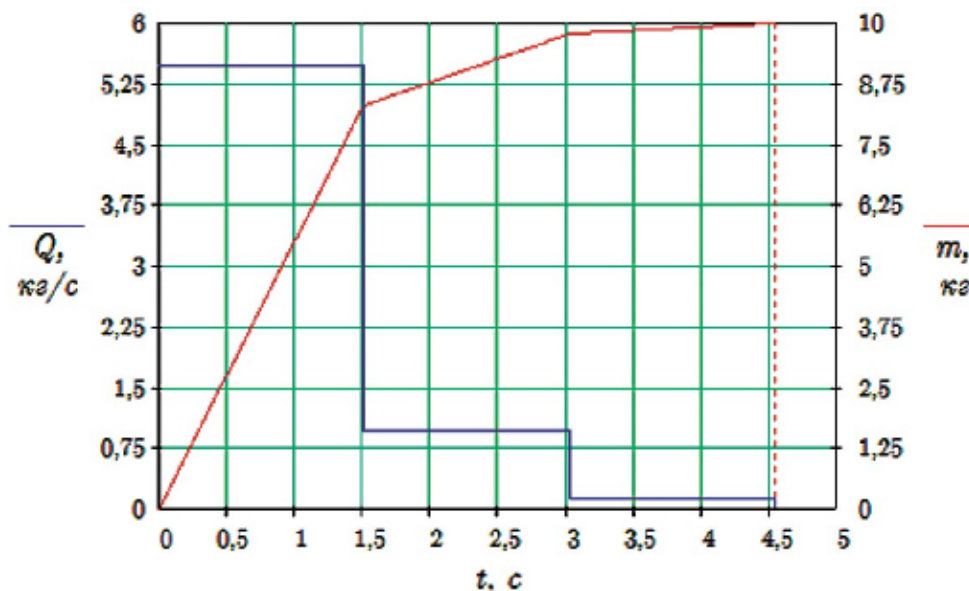


Рисунок 2.2 – Режим трьохетапного дозування

У даній роботі ми не будемо розглядати математичний опис чотирьохетапного дозування. Це пов'язане з надзвичайно більшим розміром одержуваних математичних виразів. Проведені дослідження показали, що для визначення оптимальних режимів у випадку чотирьохетапного дозування, як й у випадку трьохетапного дозування, необхідно варіювати один з параметрів, а інші параметри визначаються в результаті рішення рівняння четвертого ступеня.

2.3 Використання методів ультразвукових вимірювань в'язкості для дозування продуктів у харчовій промисловості

У роботі досліджено методи безконтактного методу вимірювання в'язкості за рахунок аналізу швидкості поширення ультразвукових хвиль поперечного типу. Аналіз поздовжніх ультразвукових хвиль описує структуру рідин, їх пружні властивості, сили міжмолекулярного відштовхування середовища рідин, зсувові – властивості в'язкості та сили між молекулярного притягування.

Визначення швидкості поширення поздовжніх ультразвукових хвиль у середовищі добре розроблені, то зсувові хвилі практично не використовуються через суттєві загасання на відстанях співрозмірних довжини хвилі [3-6]. Рідкі та рідко-в'язкі харчові продукти мають в'язкість аналогічну до звичайних рідин [3-6].

Частоти застосовуваного ультразвуку в рідинах і твердих тілах — у діапазоні 105 ... 108 Гц. Поглинання звуку, перетворення енергії звукової хвилі в інші види енергії, і зокрема в тепло; характеризується коефіцієнтом поглинання a , що визначається як величина, зворотня відстані, на якій амплітуда звукової хвилі зменшується в $e=2,718$ разів, а виражається в см^{-1} або у неперах на см або ж у децибелах на м ($1\text{дб/м}=1,15\times 10^{-3}\text{ см}^{-1}$). Поглинання звуку характеризують також коефіцієнтом втрат

$$e = a l / p,$$

(де l — довжина хвилі), добротність $Q = l / e$.

Величину a називають логарифмічний декремент затухання. Для проходження звуку в в'язкому середовищі з відповідною теплопровідністю,

$$\alpha = \frac{\omega^2}{2 \cdot \rho \cdot c^3} \left[\frac{4}{3} \cdot \eta + \xi + \chi \cdot \left(\frac{1}{C_v} - \frac{1}{C_\rho} \right) \right], \quad (2.1)$$

де ρ — щільність середовища, C — швидкість звуку в ній, ω — кругова частота звукової хвилі, η і ξ — коефіцієнт зсувової й об'ємної в'язкості відповідно, χ — коефіцієнт теплопровідності, C_p і C_v — теплоємності середовища при постійному тиску й об'ємі відповідно. Якщо жоден з коефіцієнтів η , ξ , і χ не залежить від частоти, що часто виконується на практиці, тоді $A \sim \omega^2$.

Для проходженні звуку в нерівноважному стані середовища, звукове поглинання значно більше, ніж визначене формулою (2.1). Таке поглинання є релаксаційним і визначається як:

$$\alpha = \frac{1}{2 \cdot C_0^3} \cdot \frac{\omega^2 \cdot \tau \cdot (C_\omega^2 - C_0^2)}{1 + \omega^2 \cdot \tau^2}, \quad (2.2)$$

де τ — час релаксації, C_0 й C_ω — швидкості звуку при $\omega\tau \ll 1$ і при $\omega\tau > 1$ відповідно. У цьому випадку поглинання звуку супроводжується дисперсією звуку. Величина a/f^2 , де $f = \omega/2\pi$, є характеристикою речовини, що визначає поглинання звуку.

Вона, як правило, у рідинах менша, ніж у газах, а у твердих тілах для поздовжніх хвиль менша, ніж у рідинах.

Залежність швидкостей поширення ультразвуку від температури описують емпіричною формулою для повітря при нормальному тиску (101,3 кПа):

$$c = c_0 + 0,59 t,$$

де c — поточне значення швидкості; c_0 — значення швидкості ультразвуку при 0°C ; t — температура середовища; 0,59 — коефіцієнт, що враховує швидкість поширення в сухому повітрі, що має розмірність м/С⁰*с.

Швидкість поширення ультразвукових хвиль:

$$c = l / \tau, \quad (2.3)$$

Відповідно $l = c\tau$.

Вимірювання коефіцієнта загасання ультразвуку в рідинах і твердих тілах може здійснюватися при імпульсних і неперервних ультразвукових коливаннях. У випадку імпульсних коливань прийом ультразвукової хвилі може здійснюватися як окремим приймачем, так і самим випромінювачем після відбиття імпульсу від відбивача. При цьому коефіцієнт загасання визначається по формулі:

$$\alpha = \frac{I}{h} \cdot \ln \frac{A_1}{A_2} \quad (2.4)$$

де h – товщина зразка,

A_1, A_2 — амплітуди випромінювача й приймача відповідно.

В основі залежності акустичних параметрів (загасання й швидкість ультразвуку) від в'язко-пружних властивостей (модуль Юнга, ефективна в'язкість), відповідно до феноменологічної теорії, може бути використана модель в'язкопружного тіла з довільним числом релаксаційних максвелівських механізмів, до яких відносять більшість полімерних композитів. Відповідно до цієї моделі вираз для комплексного модуля пружності має вигляд [4]:

$$\begin{aligned} \tilde{E} = E(\omega) = E_0 + i\omega\eta_\infty + \sum_{j=1}^n \frac{i\omega E_j \tau_j^2}{1 + i\omega\tau_j} = \\ \left(E_0 + \sum_{j=1}^n \frac{E_j \omega^2 \tau_j^2}{1 + \omega^2 \tau_j^2} \right) + i\omega \left(\eta_\infty + \sum_{j=1}^n \frac{\eta_j}{1 + \omega^2 \tau_j^2} \right), \end{aligned} \quad (2.5)$$

де E_0 — рівноважний або статичний модуль, що характеризує чисто пружні властивості продукту; η_∞ — нерелаксуюча в'язкість (для випадку нескінченно швидкої деформації); η_j, τ_j, E_j в'язкості, часи релаксації й модулі пружності різних релаксаційних механізмів; ω — частота акустичних коливань; n — число релаксаційних механізмів.

Також відомо [4], що вираз для c і α , можуть бути записані у вигляді:

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \sqrt{\frac{2(1 + \omega^2 r^2) \sqrt{1 + \omega^2 r^2} - 1}{\omega^2 r^2}} \quad (2.6)$$

$$\alpha = \omega \sqrt{\frac{\rho}{E}} \sqrt{\frac{\sqrt{1 + \omega^2 r^2} - 1}{2(1 + \omega^2 r^2)}}, \quad (2.7)$$

де $\omega r = \frac{\omega \eta}{E}$, r – має розмірність часу й називається часом запізнювання.

З врахуванням рівнянь 2.5, 2.6, 2.7 отримуємо залежності для η і E [4]:

$$E(\omega) = \rho c^2 \frac{1 - (ac/\omega)^2}{[1 + (ac/\omega)^2]^2}, \quad (2.8)$$

$$\eta(\omega) = \frac{2\rho\rho^2}{\omega} \frac{ac/\omega}{[1 + (ac/\omega)^2]^2}. \quad (2.9)$$

Відповідно в'язка складова буде розглянута, як ефективна в'язкість через суму двох складових [4]:

$$\eta = \frac{4}{3}\eta' + \eta'', \quad (2.10)$$

де η' — зсувova в'язкість, зв'язує швидкість деформації зрушення з виникаючою тангенціальною напругою [4], обумовлена механізмом в'язкого тертя ланок макромолекул. Впливає на акустичну релаксацію при частотах нижче 1 МГц [5]; η'' — об'ємна в'язкість, визначає дисипативні сили, що виникають при всебічному рівномірному стиску або розширенні [4]. Впливає на акустичну релаксацію при частотах понад 3 МГц [5].

Залежностей 2.9 і 2.10 визначають в'язку складову.

Дослідженню впливу молекулярної маси й інших параметрів ММР на гечію рідин, зокрема на зсувову в'язкість, присвячено досить багато робіт [1,2,4,8].

За основу визначення молекулярної маси по в'язкості розчинів і розплавів, як правило, береться рівняння Марка-Куна-Хувінка [7].

$$\eta = K_1 \cdot MM^{K_2}, \quad (2.11)$$

де $K_1, K_2 = const$; MM – молекулярна вага. Рівняння пов'язує молекулярну вагу (MM) з характеристичною в'язкістю.

Також існують дослідження впливу MM і параметрів молекулярно-масового розподілу (ММР) на такі технологічні характеристики рідко-в'язких продуктів, як в'язкість по Муні (Mh), пластичність, твердість й ін.

В'язкість по Муні, як функція ММ [8,9], описують наступним чином:

$$Mh = m_1 \cdot MM_v^{m_2} \cdot K_{\Pi}^{m_3}, \quad (2.12)$$

де m_1, m_2, m_3 – const; MM_v – середньо в'язкісна молекулярна вага, тобто молекулярна вага, обумовлена методами віскозиметрії. K_{Π} — коефіцієнт полідисперсності. Найчастіше, його впливом нехтують, тоді формулу (2.10) записують:

$$Mh = m_1 \cdot MM_v^{m_2} \quad (2.13)$$

$$Mh = m_1 \left(\frac{2\rho\rho^2}{K_1\omega} \cdot \frac{\alpha c / \omega}{[1 + (\alpha c / \omega)^2]^2} \right)^{\frac{m_2}{K_2}}, \quad (2.14)$$

Виражаючи ММ із (2.11), підставляючи в (2.13) і заміняючи η на (2.11) можна одержати залежність, що поєднує модель акустичних властивостей розплаву (α, c) і його в'язкопружних характеристик (ефективна в'язкість η і модуль пружності E) з моделлю пластоеластичних властивостей (зокрема в'язкість по Муні Mh) і що дозволяє зв'язати в'язкість по Муні (Mh) з акустичними властивостями:

увівши $Z_2 = \frac{m_2}{K_2} \quad Z_1 = m_1 \left(\frac{2}{K_1} \right)^{\frac{m_2}{K_2}}$, одержимо:

$$Mh = Z_1 \left(\rho \alpha c^3 / \omega^2 \left[1 + \left(\frac{\alpha c}{\omega} \right)^2 \right]^2 \right)^{Z_2} \quad (2.15)$$

де Z_1 й Z_2 — параметри моделі, індивідуальні для кожної продукту,

Mh – в'язкість по Муні; Z_1, Z_2 – const; ρ – густина контрольованого середовища; α – коефіцієнт затухання; c – швидкість коливань; ω – частота коливань.

Експериментально математична модель перевірена за допомогою експериментальної установки, принципова схема якої зображена на рис 2.3.

Це сукупність апаратних засобів (генератор, цифровий осцилограф з виводом даних у ПЕОМ і п'єзокварцові перетворювачі: випромінювач УЗ і приймач УЗ).

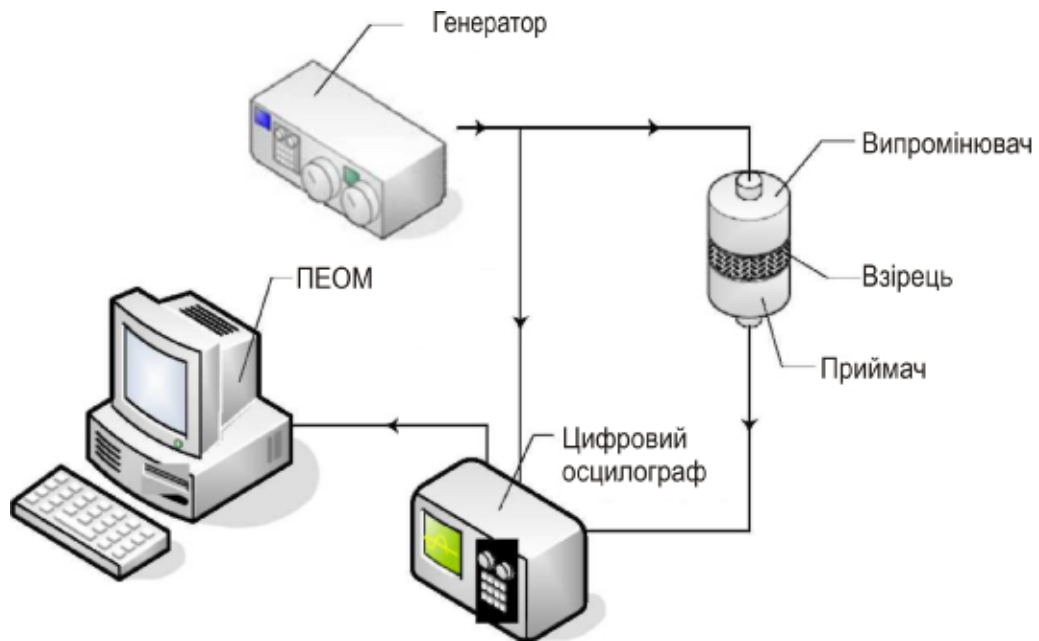


Рисунок 2.3 – Схема принципова експериментальної установки для оцінювання математичної моделі

Електричний імпульс подається генератором на випромінювач і перший канал цифрового осцилографа PC532. Випромінювач перетворює електричний імпульс у механічні коливання, які після проходження через зразок перетворюються приймачем в електричні коливання й реєструються другим каналом цифрового осцилографа. Вихідний сигнал осцилографа містить амплітуду й частоту приймача, які можуть використатися для визначення в'язкості відповідно до виразу (2.15). Виникають передумови для розробки відповідного програмного модуля, що дозволяє визначати параметри пропонованої математичної моделі, а також розраховувати статистичні оцінки моделі: відносну похибку, абсолютну похибку і коефіцієнт парної кореляції. Криві залежності коефіцієнта загасання й швидкості ультразвуку від в'язкості по Муні, побудовані з використанням розробленої моделі представлені на малюнку 2.4.

Отримані експериментально на установці графіки вказують на залежність в'язкості від швидкості ультразвуку та коефіцієнта загасання, що

дозволяє використовувати розроблену математичну модель у аналізі в'язкості для рідко-в'язких харчових продуктів методами акустичного зондування.

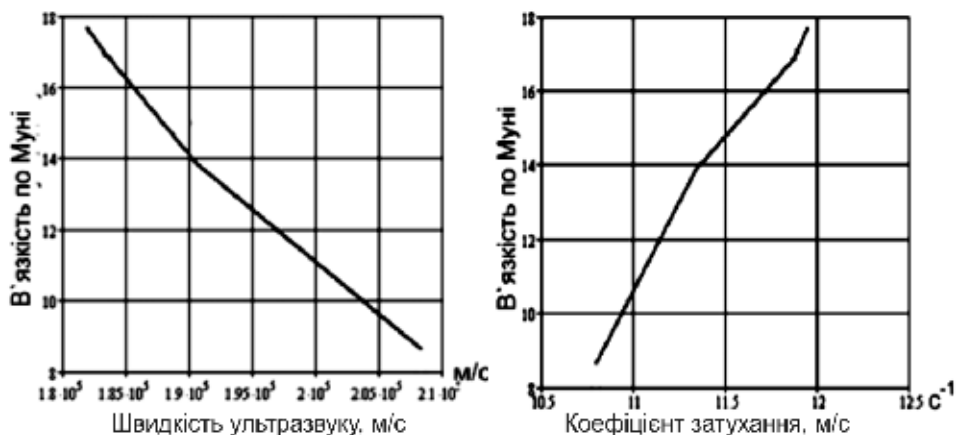


Рисунок 2.4 – Залежність в'язкості від швидкості ультразвуку та коефіцієнта загасання

Визначене значення в'язкості дозованого і фасованого продукту застосовують для коригування умов технологічного процесу та функціонування системи автоматичного контролю та управління, що забезпечить максимальну продуктивність і точність дозування. Крім цього, контроль в'язкості продукту дасть можливість оцінити його якість перед завершальним пакуванням, що відповідно зменшить кількість браку продукції.

Функціональну схему установки для визначення швидкості ультразвуку та коефіцієнтів затухання зображено на рисунку 2.5.

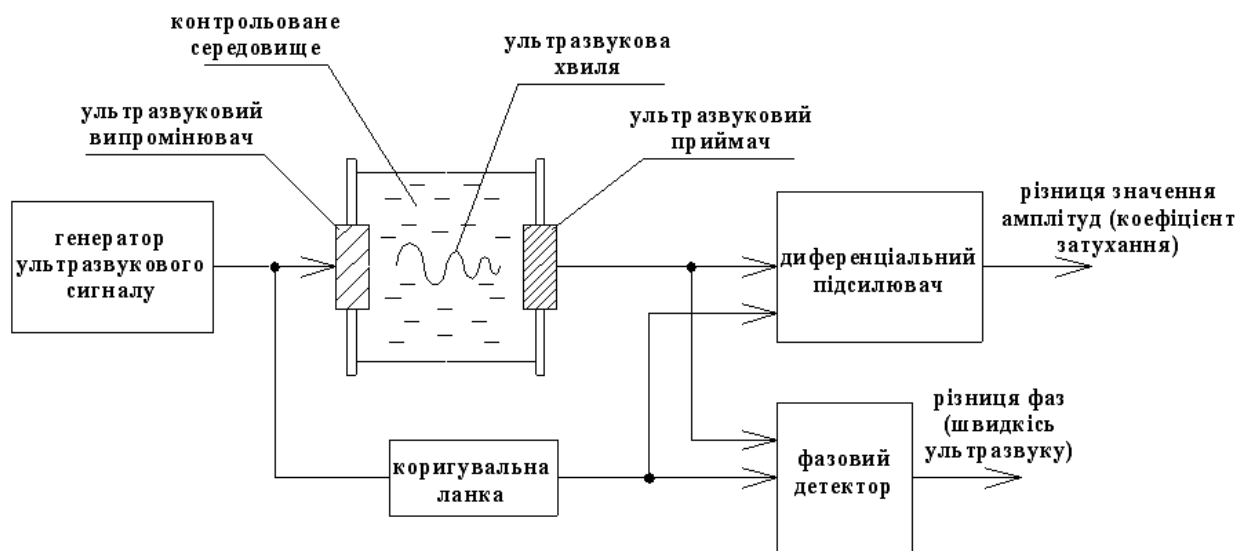


Рисунок 2.5 – Функціональна схема установки контролю в'язкості рідко-в'язких харчових продуктів

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Рекомендації для пакування рідких та сипучих харчових продуктів

Підлягають упаковці харчові продукти вельми різноманітні. Їх значну частку становлять сипучі продукти (різні крупи, сухі сніданки, цукровий пісок, борошно, порошкоподібні і пухкі концентрати, чай, кава, спеції, горіхи, драже і деякі інші), що займають власне місце в раціоні харчування людини. Як правило, сипучі продукти витримують тривале зберігання і, найчастіше, упаковкою для них є пакети із плівкових і комбінованих з ними матеріалів.

Токсикологічні дослідження проводяться з метою встановлення критерію токсичності упаковки. Пред'являються до полімерних матеріалів перераховані вище вимоги в значній мірі обмежують коло полімерів, використовуваних для упаковки продуктів людського харчування.

3.2 Матеріали для пакування рідких та сипучих харчових продуктів

Пакувальні матеріали можна розділити на наступні групи:

- одношарові матеріали. Як правило, це папір (умовно одношаровий) і ПЕВТ (поліетилен високого тиску, низької щільності);
- папір з ПЕ покриттям;
- термозварювальний, біаксіально орієнтований ПП (поліпропілен);
- багат шарові плівки;
- металізовані і фольговані матеріали.

Найбільш часто використовувані для упаковки рідких та сипучих продуктів плівкові матеріали на основі біаксіально орієнтованого поліпропілену відбивають загальну тенденцію ринку пакувальних матеріалів.

Багат шарові плівки можуть бути зроблені двома способами — екструзійно-ламінаторним (розплав однієї плівки наноситься на іншу плівку) і методом сухого каширування (склеюються дві готові плівки). Основна відмінність в їх властивостях полягає в рівні адгезійної взаємодії між

шарами. Склеювання забезпечує високий опір розшаруванню. Екструзійне ламінування — тільки задовільний рівень подібної властивості. Адгезійні показники часто впливають і на інші фізико-механічні характеристики упаковок. Пакети з клейових матеріалів мають приблизно в 1,5 рази вищі показники міцності зварного шва в порівнянні з екструзійними. Подібний ефект визначається різницею в характері руйнування плівок. У першому випадку шов руйнується в зоні зварювання. При низькій адгезії спочатку відбувається розшарування матеріалу, а потім руйнування менш міцного шару.

З точки зору упаковок в них продуктів, застосування таких матеріалів цілком виправдано, тому що до складу продуктів входять або окислюються жири, або чутливі до кисню порошки з високорозвиненою поверхнею, інтенсифікують процеси окислення. Більше того, для молочної суміші замість металізованої плівки доцільно було б використовувати комбінований матеріал з шаром фольги, що забезпечує більш високі бар'єрні властивості. Правда, металізований матеріал більше боїться перегинів і деформацій, при яких в алюмінієвій фользі можуть з'явитися наскрізні тріщини. Але при використанні вторинної упаковки (картонна коробка) фольговані матеріали залишаються неперевершеними по захисним якостям. Для подібних продуктів оптимальним матеріалом можна вважати плівку з шарами ПЕТ 25 мкм, алюмінієвої фольги 7 мкм і ПЕ товщиною 25-30 мкм.

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Установа фасування автоматична Linearpac 85M

В даній дипломній роботі в якості базового обладнання для автоматичного фасування і пакування рідко-в'язких харчових продуктів використовується установка фасування автоматична LINEARPAC 85M.

4.1.1 Призначення

Установка призначена для фасування (об'ємного дозування і зварювання пакетів) рідких і пастоподібних молочних продуктів, рослинних олій і тваринних жирів в заздалегідь зварені на цій же установці тришарові (поліетилен-картон-поліетилен) або чотиришарові (поліетилен-картон-алюміній-поліетилен) пакети типу "PURE PAK" або "TETRA REX" місткістю 250, 500 і 1000 мл із заготівель пакетів для упаковки молока і молочних продуктів ТУ 10.10-667-88.

Установка відноситься до технологічного устаткуванням і не використовується якості засобів вимірювання або лічильника продукту.

Оскільки установка не є засобом виміру для контролю повторюваності порцій і похибки дозування відповідно до вимог по фасуванню продуктів споживач зобов'язаний для експлуатації установки придбати і використати ваги з межею похибки не більше ± 5 г. Ваги мають бути атестовані (повірені) метрологічною службою.

Установка виготовлена в кліматичному виконанні УХЛ категорії 3.2 по ГОСТ 15150 і призначена для роботи при температурі від 10 до 35 С, відносній вологості повітря до 80% (при +25 С) і атмосферному тиску (86...106) кПа (650-800 мм рт.ст.).

Установку монтують в приміщеннях, внутрішня обробка яких відповідає вимогам діючих санітарних правил для підприємств харчової промисловості,

підлога повинна мати ухил для вільного зливу відпрацьованої води в каналізацію.

Установка застосовується автономно.

Живлення установки від однофазної мережі змінного струму напругою 220В частоти 50 Гц. Вимоги до якості електричної енергії — по ГОСТ 13109 .

Установка забезпечує роботу при поданні стислого повітря класу забрудненості не нижче 8 по ГОСТ 17433 під тиском від 0,6 до 0,8 МПа.

Установка забезпечує роботу при поданні водопровідної води з температурою не вище 20 С під тиском від 0,2 до 0,4 МПа.

4.1.2 Основні технічні дані і характеристики

Габаритні розміри установки, не більше:

- довжина — 2700 мм;
- ширина — 1300 мм;
- висота — 1900 мм.

Маса установки не більше 650 кг.

Установка забезпечує фасування рідких і пастоподібних молочних продуктів, рослинних олій і тваринних жирів в тришарові або чотиришарові пакети типу PURE PAK або TETRA REX місткістю 250, 500 і 1000 мл.

- Похибка дозування — не більше $\pm 2\%$.
- Кінематична продуктивність не менше 1800 шт./годину.
- Електрична потужність, споживана установкою, — 6,5 кВт.
- Витрата стислого повітря не більше 39 м³/год.
- Витрата води не більше 0,2 м /год.
- Опір ізоляції силових електричних ланцюгів не менше 10 МОм.
- Час виходу на робочий режим не більше 20 хвилин.

Установка забезпечує герметичність швів (суцільність зварювання) пакетів.

4.1.3 Пристрій і робота установки

Органи управління роботою установки розташовані на лицьовій панелі блоку управління.

При включенні головного вимикача, розташованого на бічній стінці блоку управління, спалахує сигнальна лампа СЕТЬ.

Два положення перемикача ШАГ. АВТ включають один з режимів : кроковий (налагоджувальний) або автоматичний (робітник).

Чотири терморегулятори поз. 1 призначені для автоматичного регулювання температури нагрівачів, встановлених на позиціях зварювання денця і гребінця.

Перемикачі НАГРЕВ 1 - НАГРЕВ 4 здійснюють підключення терморегуляторів до мережі.

Перемикач ПОДЪЕМ НАГРЕВ відключає підйом нагрівача на позиції зварювання денця.

Перемикачі ВАКУУМ 1, ВАКУУМ 2 включають подання повітря в ежектори для роботи присосків на позиціях подання висікання на опрацювання і зняття пакету.

Перемикачі ДОЗАТОР 1, ДОЗАТОР 2 включають установки розлива на позиціях наливання.

Перемикач ПОВОРОТ ПАКЕТА включає і вимикає поворот пакету на позиції зняття пакету. Для пакету типу PURE PAK цей перемикач повинен знаходитися в положенні 0, тобто відключений. Для пакетів типу TETRA REX — включений.

Перемикач РАБ/НАСТР в положенні 0 забезпечує роботу автомата в режимі ШАГ або АВТОМАТ, в положенні 1 дозволяє вибрати окремі механізми для їх налаштування. Вибір механізмів робиться за допомогою блоку уставок поз. 3.

Перемикач ПРОМЫВ призначений для включення дозуючих пристроїв в режимі промивання.

Кнопка ПУСК призначена для запуску установки в режимах ШАГ або АВТОМАТ, а так само для запуску механізмів в режимі НАСТРОЙКА.

Кнопкою СТОП переривається робота установки.

Після натиснення кнопки СТОП автомат завершує цикл до кінця і зупиняється.

Сигнальна лампа АВАРИЯ спалахує в аварійних ситуаціях.

Сигнальна лампа ГОТОВ горить у разі, коли усі механізми автомата знаходяться в початковому стані, а контролер готовий до роботи.

Перемикач ОБЛУЧ призначений для включення ламп бактерицидного опромінювача. При роботі справного опромінювача контрольний світлодіод світиться зеленим світлом. При виході ламп з ладу або при підвищеному споживанні (в результаті старіння ламп) світлодіод починає світитися коричневим світлом, що свідчить про необхідність заміни ламп.

4.1.4 Складові частини установки

- Механізм формування пакету
- Стіл
- Механізм завантаження пакетів
- Механізм формування верха пакету
- Нагрівач
- Механізм формування дна пакету
- Прес
- Механізм зняття пакету
- Пневмопривід
- Карусель переміщення пакетів
- Пневмоблок
- Вентилятор
- Механізм фасування
- Механізм лінійного переміщення пакетів
- Механізм налаштування під пакет

- Установа розливу
- Механізм формування гребінця
- Нагрівач
- Механізм зварювання
- Механізм нанесення дати
- Стіл механізму фасування
- Блок підготовки повітря
- Блок пневматичний
- Колектор
- Накопичувач
- Електроустаткування установки

4.1.3 Технічне обслуговування установки

Перелік робіт при різних видах технічного обслуговування приведений в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 — Перелік робіт технічного обслуговування

Періодичність	Зміст робіт і методи їх проведення	Технічні вимоги	Прилади, інструменти і матеріали
На початку зміни	Видалення забруднень і волога з поверхонь установки	Відсутність забруднення і вологи	Відходи виробництва текстильні бавовняні сортовані ГОСТ 4666-75
Протягом зміни по мірі необхідності	Видалення вологи з поверхонь установки	Відсутність вологи	Те ж
На початку зміни	Злити конденсат з відстійника блоку підготовки повітря	Відсутність конденсату	
На початку зміни	Прогін усіх механізмів в автоматичному режимі на неодруженому ході	Стійка робота усіх механізмів	
На початку зміни	Промивання пристрою датування	Відсутність усохлого чорнила	Спирт етиловий ректифікований технічний ГОСТ 18300-87
Один раз у тиждень	Промивання і обезжирення роз'ємів і радіоелектронних елементів	Відсутність забруднень і жиру	Те ж

4.2 Розробка автоматичної системи керування і контролю установкою Linearpac 85M

4.2.1 Контроль температури

Температура в автоматичній фасувальній установці типу УФАС-1200М, Linearpac 85M контролюється в двох позиціях:

- температура охолодженого продукту для фасування на вході установки;
- температура нагрівачів для зварювання поліетилену пакувального матеріалу (упаковка типу PURE PAK або TETRA REX).

Типи давачів для контролю температури вибираємо виходячи з контрольованого діапазону температур.

1-а позиція — температура вхідного охолодженого продукту для фасування, діапазон контрольованої температури 0...5 °С.

2-а позиція — температура нагрівачів для зварювання поліетилену пакувального матеріалу, діапазон контрольованої температури 120...150 °С.

Для контролю даних діапазонів температур приймаємо 1-провідний цифровий термометр DS18S20-PAR з паразитним живленням.

Відмінні особливості:

- унікальний 1-дротовий інтерфейс вимагає тільки одного виводу порту для підключення;
- живиться з лінії даних (паразитне живлення) — не потрібне локальне джерело живлення;
- можливість багатоабонентської роботи спрощує створення програм, які здійснюють розподілене вимірювання температури;
- не потребує зовнішніх компонентів;
- точність $\pm 0,5$ °С від -5 °С до +155 °С;
- вимірює температуру від -25 °С до +170 °С;
- дозвіл термометра 9 біт;
- перетворює температуру за 750 мс (максимум);

- запрограмовані користувачем енергонезалежні параметри настройки температурних сигналів;
- команда пошуку сигналу розпізнає і адресує ті пристрої, температура яких поза запрограмованих меж (умова температурної сигналізації);
- мікросхема ідеальна для використання в додатках з віддаленими вимірами.

Таблиця 4.2 — Технічні характеристики 1-провідного цифрового термометра

Тип	Інтерфейс	Точність (1°C)	Напруга живлення (В)	Робочий діапазон (°C)	Температурні порогові (°C)	Дозвіл (біт)	Корпус
DS18S20- PAR	1- провідний	0,5	від 3,0 до 5,5	від -5 до +155	2	9	3/TO92

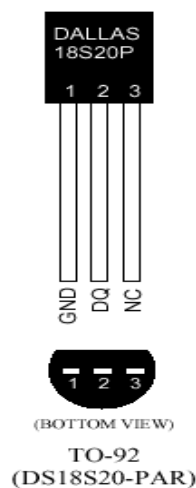


Рисунок 4.1 — Виводи 1-провідного цифрового термометра

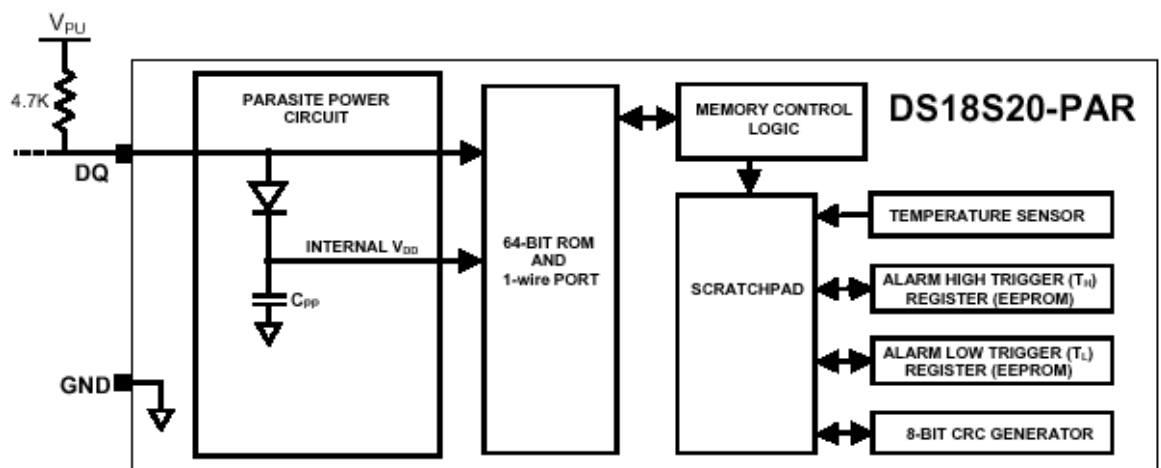


Рисунок 4.2 — Структура 1-провідного цифрового термометра

4.2.2 Контроль ваги

Контроль ваги фасованого продукту в автоматичній фасувальній установці типу LINEAR PAC 85M виконується в позиціях дозатора, конвеєрної лінії.

Для контролю ваги в даних позиціях приймаємо плівкові давачі сили натиску. Принцип дії такий же як і у мембранної клавіатури, тільки замість перемикачів відбувається зменшення опору давача, залежне від значення прикладеної сили. Застосовуються в системах сигналізації, клавіатурах, автоматичній техніці, прямих перетворювачах і т. п.

Таблиця 4.3 — Технічні характеристики плівкових давачів сили натиску

Діапазон робочих температур□	від -40°C до +85°C□
Діапазон сили натиску□	від 0,2Н до 100Н□
Діапазон зміни опору□	від 2МОм до 3кОм□
Максимальний струм□	1мА□

Таблиця 4.4 — Плівкові давачі сили натиску

Код	Зовнішні розміри, мм	Хар. особливості
CZN-CP1	7,62x38,1x0,34	
CZN-CP6	7,62x38,1x0,34	самоклеючі
CZN-CP9	11,94x48,77x0,34	
CZN-CP15	15,23x51,65x0,34	
CZN-CP18	15,23x51,65x0,34	самоклеючі
CZN-CP21	18,3x54,15x0,34	
CZN-CP24	18,3x54,15x0,34	самоклеючі
CZN-CP33	26,35x64,05x0,34	
CZN-CP36	26,35x64,05x0,34	самоклеючі
CZN-CP42	45,7x83,55x0,34	самоклеючі
CZN-CP45	27x63,75x0,34	

4.3 Розробка контролера температури механізму зварювання поліетилену

Це цифровий пристрій призначений для регулювання та стабілізації температури механізму зварювання і містить ряд сервісних функцій, що забезпечують більш зручну роботу. Основні характеристики і особливості контролера:

- діапазон регулювання 50 - 500 ° С;
- точність стабілізації температури ± 2 ° С (реально ± 1);
- дискретність установки температури 10 ° С;
- широтно-імпульсна пропорційне регулювання з можливістю підбору коефіцієнтів пропорційності, для більш точної стабілізації температури;
- установка заданої температури за допомогою енкодера і запам'ятовування при необхідності в енергонезалежній пам'яті контролера;
- автоматичне відключення від мережі після закінчення заданого періоду часу при тривалій перерві в роботі;
- постійний контроль стану механізму зварювання;
- звукова і світлова сигналізація;
- програмне коригування нахилу температурної характеристики з можливістю установки коефіцієнта нахилу від 0,1 до 9,9;
- режим максимальної не стабілізованої температури;
- підсвічування місця пайки, вбудованими в ручку, світлодіодами.

Принципова схема пристрою приведена на рис.4.3.

ефект мерехтіння індикаторів. Додатковий індикатор HG4, встановлений в перевернутому положенні (точкою вгору) відображає знак градуса Цельсія і управляється виводом RA3 мікроконтролера. Для установки потрібної температури використовується механічний енкодер U1 з кнопкою SB2 Set. Призначення кнопки SB3 – багатофункціональне і залежить від режиму роботи пристрою. Оптопара HL1-VT1 встановлена в підставці механізму зварювання. Коли він встановлений на підставку світловий канал оптопарі перекритий, транзистор VT1 закритий, на виведенні RC1 DD1 буде логічна 1 (високий рівень). Нагрівач EK1 підключається до джерела живлення 30 В за допомогою польового транзистора VT3, затвор якого через обмежувальний резистор R27 підключений до порту RC7 мікроконтролера, налаштованому як вихід. До цього ж порту підключений і світлодіод HL2, службовець індикатором включення нагрівача. Звуковипромінювач HA1 служить для звукової сигналізації роботи пристрою. Реле K1, кероване транзистором VT2, відключає пристрій від мережі і живиться напругою 30 В через резистор R26. Білі світлодіоди HL3-HL5, встановлені в механізмі зварювання, дозволяють додатково підсвічувати місце зварювання, коли недостатньо зовнішнього освітлення. Включенням і відключенням їх управляє мікроконтролер через транзисторний ключ VT3. Роз'єм XP2 дозволяє підключити програматор для внутрішньосхемного програмування мікроконтролера, при цьому перемикач SA1 повинен бути переведений в ліве по схемі положення.

Робота установки

При натисканні та утриманні кнопки SB1 протягом 1 секунди напруга мережі подається на первинну обмотку трансформатора T1, далі напруга 5 В надходить на мікроконтролер DD1, який, ініціалізувавши, налаштовує порти вводу-виводу і включає реле K1. Контакти K1.1 реле блокують контакти кнопки SB1 і утримують пристрій у включеному стані після відпускання кнопки. На індикаторах з'являється напис номера версії програми 'u1.0' і далі поточне значення температури механізму зварювання, якщо вона вище 100

°C або миготливий напис 'Lo.t' (від Low Temperature), що означає низька температура.

При цьому починається процес регулювання, контролер DD1 управляє включенням і вимиканням механізму зварювання через транзистор VT2 в залежності від різниці поточної і встановленої температури.

Щоб змінити значення температури механізму зварювання слід натиснути на коліщатко енодера — кнопку SB2 Set, при цьому на індикаторі буде показано поточне значення температури контрольної точки, а знак °C буде блимати. Обертанням коліщатка енодера можна зменшити або збільшити значення уставки в межах вибраного діапазону температури. При короткому натисканні на коліщатко приймається нове значення контрольної точки, і подаються два коротких звукових сигнали, при тривалому натисканні на коліщатко (більше 3 с) значення контрольної точки додатково записується в енергонезалежну пам'ять мікроконтролера і використовується при наступному включенні пристрою, при цьому звучать три коротких сигнали. Якщо ж на коліщатко не натискати, то через 6 секунд індикатор повернеться до показань поточної температури автоматично, а уставка залишиться колишньою.

Під час роботи пристрій використовує параметри, що задаються користувачем. Щоб увійти в меню параметрів необхідно при вимкненому пристрої утримувати кнопку OFF / STB (SB3) і натиснути кнопку включення (SB1). На індикаторі відображається буква P і номер параметра. Всього параметрів 9, призначення їх у табл. 4.5.

Таблиця 4.5 — Параметри контролера температури

№ параметра	Позначення	Значення по замовчуванню	Діапазон значень	Опис
P1	Tmin	180°C	150...Tsp	Мінімальна температура діапазону регулювання
P2	Tsp	300°C	Tmin...Tmax	Температура контрольної точки
P3	Tmax	400°C	Tsp...500	Максимальна температура діапазону регулювання
P4	T1	5 хв	0...99	Таймер роботи
P5	T2	20 хв	0...99	Таймер холостої роботи
P6	T3	20 хв	0...99	Таймер дежурного режиму
P7	Ktmax	18	10...99	Коеф. пропорційності при Tmax
P8	Ktmin	30	10...99	Коеф. пропорційності при Tmin
P9	Kn	1,6	0,1...9,9	Коеф. нахилу температурної характеристики

Деталі та конструкція

У пристрої використано промисловий стрижневий трансформатор типу ТС- 40.

Енкодер U1 – механічний, число імпульсів на один оборот – 13. Підійдуть і інші енкодери з вбудованими кнопками, наприклад від музичних центрів або автомагнітол. Під утримувач коліщатка енкодера встановлена мікрокнопка SB2 типу ПКН. Кнопки SB1 і SB3, а також оптопара HL1-VT1 теж від мишки.

Реле K1 — малогабаритне, опір обмотки близько 3 кОм на напругу 24 В. Контакти реле і кнопки SB1 повинні бути розраховані на комутацію напруги 220 В. Транзистор VT2 — малопотужний польовий, може бути замінений на

КП502 або 2N7000. Малогабаритний електромагнітний капсуль HA1, опір обмотки — близько 60 Ом.

Кварцовий резонатор застосований з вбудованими конденсаторами, можна застосувати звичайний двохвивідний резонатор і два конденсатори 15-33 пф, підключені за стандартною схемою.

Індикатори HG1-HG4 червоного світла, можуть бути замінені на інші з загальним катодом.

Білі світлодіоди HL3-HL5 діаметром 5 мм від ручного ліхтарика, укріплені в ручці механізму зварювання за допомогою клею.

Транзистор VT3 в корпусі TO-252AA (D-рак), встановлений на платі з боку друкованих провідників. Для заміни може бути вибраний транзистор середньої потужності з максимальною напругою стоку не менше 50 В, і струмом стоку 3-5 А, а управляється повинен напругою логічного рівня .

Більшість деталей пристрою розміщені на двох друкованих платах з односторонньо фольгованого текстоліту товщиною 1,5 мм

Плата, індикації та управління, кріпиться над платою мікроконтролера під кутом приблизно 45° за допомогою дротяних перемичок $\varnothing 0,5$ мм. Контакти з позначенням А .. Н платі індикації з'єднані з однойменними контактами плати мікроконтролера резисторами R17-R23. Скріплені таким чином плати встановлюються на підставу корпусу приладу через втулки висотою 10 мм.

Мікроконтролер DD1 перед установкою на плату повинен бути запрограмований, але можливе програмування МК безпосередньо в пристрої. Для цього виводи роз'єму XP2 з'єднують з однойменними виводами роз'єму ICSP програматора, а перемикач переводять в ліве по схемі положення, живлення пристрою має бути вимкнене. Конфігурація МК і дані EEPROM містяться в кодах програми. При установці бітів конфігурації вручну, вона повинна бути наступна: CP_OFF, WDT_OFF, BODEN_OFF, PWRTE_OFF, HS_OSC, LVP_OFF, CPD_OFF, WRT_OFF, DEBUG_OFF.

Для коригування температурної характеристики пристрою необхідний зразковий цифровий термометр, для цього можна використовувати, наприклад, широко поширений тестер М826. Термопару зразкового термометра прикріплюють до механізму зварювання (ближче до нагрівача).

Замість резистора R10, впаюють ланцюжок з послідовно з'єднаних постійного резистора опором 10 кОм і змінного 50 кОм. Включають пристрій в режимі меню і змінюють наступні параметри: P1 – 150 ° С, P2 – 150 ° С, P9 – 1.0.

Виходять з меню, після ініціалізації на дисплеї буде миготлива напис 'Lo.t', світлодіод HL2 буде включений, показуючи, що йде процес нагрівання. Після того як результат АЦП перевищить 100°, на індикаторі буде значення поточної температури. У міру наближення температури до 150° нагрів буде імпульсним, підбором параметра P8 домагаються стабілізації температури $150 \pm 1^\circ\text{C}$.

Якщо стабілізація температури відбувається нижче контрольної точки, зменшують параметр P8, якщо вище – збільшують. Одночасно спостерігають за зразковим термометром, і змінним резистором добиваються, можливо, рівних показань ($150 \pm 2-3^\circ\text{C}$).

Далі встановлюють температуру контрольної точки рівну Tmax (P3). Після того як температура стабілізується, обчислюють коефіцієнт нахилу $K_n = P9 = (T_{\text{устр}} - 150) / (T_{\text{обр}} - 150)$, де Tустр — показання пристрою; Tобр — показання зразкового термометра; результат округлюють до десятих часток і заносять в параметр P9.

Перевіряють температуру в декількох точках діапазону і порівнюють із зразковими показаннями, при необхідності коригують значення K_n до $\pm 0,1$. Слід зазначити, що ідеального збігу показань добитися не вдасться, внаслідок різних точок вимірювання температури та інших особливостей.

Налагодження пропорційного регулятора починають з установки в меню параметрів значень максимальної і мінімальної температури, з якими буде працювати пристрій.

Вийшовши з меню, встановлюють контрольну точку на T_{min} , очікують стабілізації температури, підбором параметра P8 домагаються стабілізації $T_{min} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Аналогічно підбирають параметр P7 для максимальної температури (T_{max}). На основі значень параметрів P7 і P8 програма пристрою автоматично розраховує коефіцієнт пропорційності для всіх проміжних значень температури в діапазоні від T_{min} до T_{max} .

Даним контролером також здійснюється контроль температури в позиції вхідного охолодженого продукту, а також контроль ваги продукту в позиції дозатора і на конвеєрній лінії.

4.4 Розробка схеми принципової електричної модуля обчислювача, головного процесорного комплексу системи автоматичного контролю і керування

Модуль одноплатного контролера MCU32-х .

MCU32-х призначений для застосування в різних системах автоматизації і контролю. Модуль включає в себе всі необхідні вузли для автономної роботи або роботи в складі комплексу модулів MCU4 , а також у складі систем з реалізацією відмінною від MCU4 .

Модуль підтримує роботу з більшістю часто використовуваних послідовних інтерфейсів, як приладних (для коротких міжмодульних зв'язків, таких як I2 C, SPI, MicroLan, паралельна байтова шина), так і термінальних / мережевих (для віддалених з'єднань та мереж, наприклад RS485). Це дозволяє створювати пристрої з багатомодульним структурою, легко сполучати з необхідними датчиками або виконавчими механізмами. Наявність гальванічно розв'язаного RS485 дозволяє підключати модуль до мереж з великою протяжністю.

Зручною особливістю модуля є наявність гальванічно розв'язаного USB. Це дозволяє оперативно, без всяких перетворювачів підключати модуль

безпосередньо до комп'ютера. При такому підключенні живлення модуля і обмеженої кількості додаткових модулів здійснюється через USB.

Однією з головних особливостей модуля є застосування Cortex-M3 мікроконтролера серії STM32S103. Це насичений ресурсами мікроконтролер і більша частина його вузлів доступна для використання. Модуль має 32 лінії вводу/виводу, 16 з яких можуть бути входами 3-х АЦП. 16 ліній виведені на окремі роз'єми, 16 на крос.

Модуль поставляється з передвстановленим однокристальним інтерпретатором FRACTAL-BASIC-Cortex. Розміщення інтерпретатора безпосередньо в модулі дозволяє обходитися мінімальними програмно-апаратними засобами для створення/редагування/відладки програм.

Стартова версія FRACTAL-BASIC-Cortex фактично еквівалентна останній версії FRACTAL-BASIC-PIC версії 1.47, що дозволяє провести легкий перехід з MCU16 до MCU33.

Крім заводського Boot-loader встановленого STMicroelectronics в модулі встановлюється загрузчик Boot-loader-Fractal, дозволяючи користувачу провести повне оновлення версії FRACTAL-BASIC-Cortex самостійно і без спеціальних засобів.

Модулі випускаються в декількох варіантах, розрізняються типом мікроконтролера в наявності/відсутності CAN драйвера. Є два основних виконання по установці кросового роз'єму. Перший варіант — роз'єм направлений в площині плати. Другий варіант — спрямований перпендикулярно платі і встановлений знизу.

Таблиця 4.6 — Короткі технічні характеристики

Мікроконтролер	STM32F103RET6/STM32F103RGT6/
Розрядність	32 біт
Максимальна частота	72 МГц
Продуктивність	1,25 DMIPS/MHz
FLASH	512/1024 кБайт
RAM	64/96 кБайт
Термінальний інтерфейс	USB
Мережевий/дальній інтерфейс	RS485, (CAN)
Локальні апаратні інтерфейси	I2C, SPI, (CAN)
Кількість ліній вводу/виводу	32
Навантажувальна здатність осн. вводу/виводу	+8(20)/-8мА
Годинник реал. часу з автономним живленням	є
Налагоджувальний роз'єм	SWD
Світлодіодна індикація	Живлення, прийом, передача
Живлення від	Крос +5В+-10% чи від USB(+5В+-10%)
Температ. роб. діапазон індустриал. виконання	-40...+85°C
Габарити модуля	76,2x25,4x13 мм

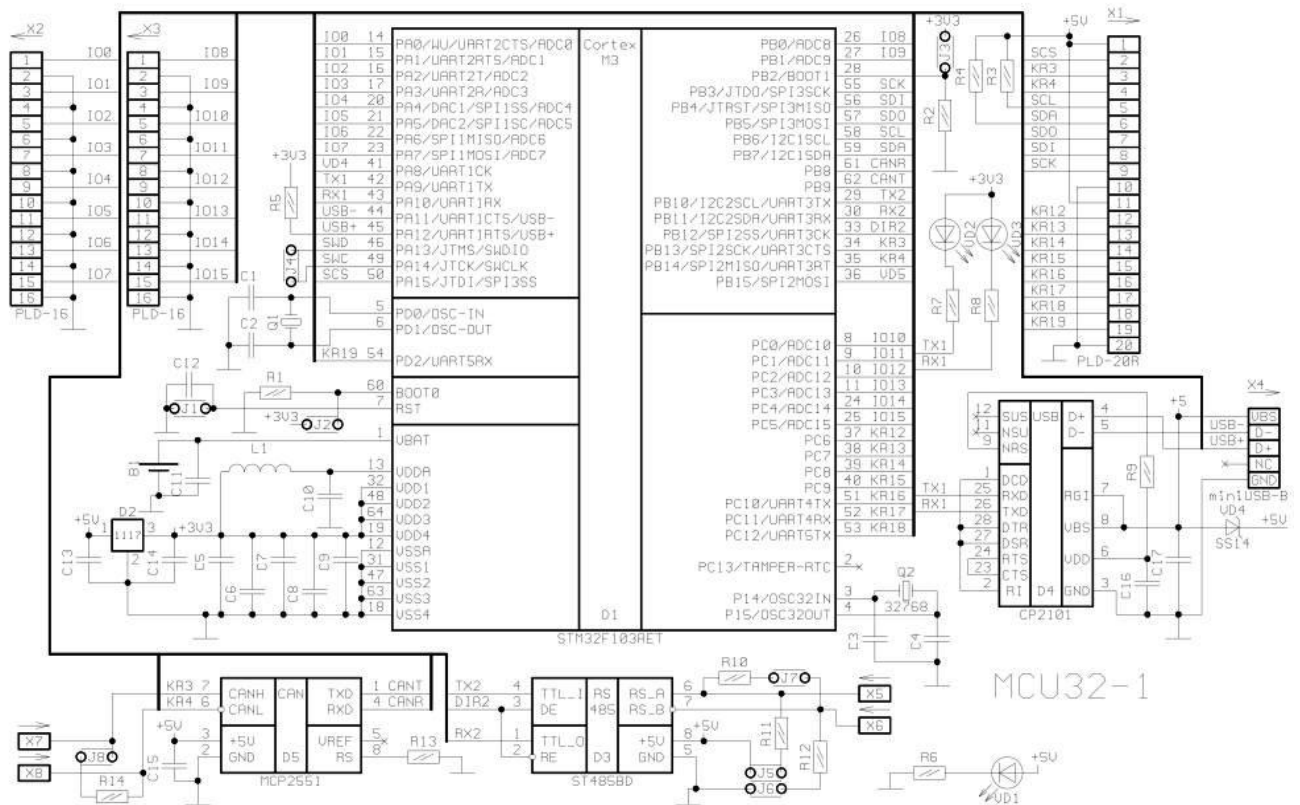


Рис. 4.4 — Принципова схема одноплатного контролера MCU32-х

5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

Програмування мікроконтролера у загального керування установкою Linearpac 85M

5.1.1 Вибір програматора-відладчика для розробки

У якості програматора-відладчика виробник кожного середовища розробки, як правило, надає власне рішення, але підтримуються пристрої й інших виробників. Більшість середовищ розробки підтримують St-Link — найдешевший варіант на сьогоднішній день. Потрібно визнати, що рідні програматори відладчика надають більші можливості по налагодженню ПЗ, хоча різниця в ціні також відчутна. При виборі програматорів-відладчиків існує кілька варіантів від одного виробника: як більш прості з підтримкою основних налагоджувальних функцій, так і професійні версії з підтримкою повного спектра функцій налагодження й трасування. Наприклад, програматори-відладчики для IAR Embedded Workbench — J-Link і J-Trace, для Keil Uvision — Ulink і Ulink-Pro. У нашому ж випадку, як писалося вище, St-Link інтегрований в налагоджувальну плату, так що далі ми будемо користуватися саме цим інструментом і налагоджувальною платою STM32Vldiscovery.

5.2 Установка середовища розробки

На даному етапі ми вже визначилися із програмним і апаратним забезпеченням. Тепер переходимо на офіційний сайт IARSystems [21], далі – на вкладку Downloads. Повинна з'явитися сторінка зі списком усього доступного ПЗ. Нас цікавить поле Processor or core, рядок ARM, тут видно, що для завантаження доступні два варіанти ПЗ. Перша версія з обмеженням за часом, але без обмеження по функціональності (30-day evaluation edition). Друга версія — без обмеження за часом, але з обмеженням 32 Кб по коду, що завантажується в мікроконтролер (Kickstart edition). Процес установки ПЗ

нічим не відрізняється від стандартних програм, тому докладно на цьому пункті ми загострювати увагу не будемо.

5.3 Стандартна бібліотека периферії STM32

Stmicroelectronics для полегшення праці розроблювачів надає безкоштовні стандартні бібліотеки периферії для своїх мікроконтролерів і, зокрема, для сімейства STM32. Спочатку ми розглянемо бібліотеку, розберемося, як з нею працювати, і далі на основі цієї бібліотеки обговоримо невеликий приклад на налагоджувальній платі STM32Vldiscovery.

Стандартна бібліотека периферії написана у відповідності зі стандартом ANSI C і може використовуватися з будь-яким компілятором. Структура бібліотеки не так складна, як видається на перший погляд, і складається із двох взаємодоповнюючих складових.

Перша складова — заголовні файли й файли реалізації всієї периферії мікроконтролерів STM32 — STM32F10x_StdPeriph_Driver. Уся функціональність периферійних модулів описана в заголовних файлах і файлах реалізації. Наприклад, для портів вводу-виводу це два файли — stm32f10x_gpio.h і stm32f10x_gpio.c.

Друга складова — заголовні файли й файли реалізації самого ядра ARM Cortex-M3 від компанії ARM — CMSIS (ARM® Cortex™ Microcontroller Software Interface Standard). Ядро ARM Cortex-M3 виходить за рамки звичайного поняття ядра мікроконтролера і являє собою міні-контролер з периферією — вбудовані системний таймер, контролер переривань і т.д. CMSIS надає собою константи й визначення, функції доступу до регістрів і периферійним модулям ядра, незалежний інтерфейс для операційних систем реального часу (RTOS). CMSIS складається із трьох файлів:

- core_m5.h — допоміжні функції доступу до регістрів ядра;
- startup_stm32f10x_xx.s — набір файлів для кожної лінійки сімейства STM32, що забезпечують ініціалізацію стека й таблицю векторів переривань;

- `system_stm32f10x.h` — файл початкової ініціалізації тактової частоти мікроконтролера.

Для використання периферії необхідно у файл основної програми (звичайно це `main.c`) включити файл `#include "stm32f10x.h"` і прописати певні константи у властивостях проекту. Настроювання проекту більш докладно буде розглянуто в наведеному нижче прикладі. Також бібліотекою надаються три файли, доступні для модифікації користувачем — файл конфігурації бібліотеки `stm32f10x_conf.h` і файли переривань `stm32f10x_it.h` і `stm32f10x_it.c`.

Для використання певних модулів периферії в проект необхідно додати файли реалізації й сконфігурувати файл `stm32f10x_conf.h`. Під конфігурацією файлу `stm32f10x_conf.h` мається на увазі розкоментування рядків з назвою периферійного модуля, передбачуваного для використання. У нашому випадку це рядок `#include "stm32f10x_gpio.h"`. Обробка переривань відбувається в заголовному файлі й файлі реалізації `stm32f10x_it.h` і `stm32f10x_it.c`. Функції оброблювачів переривання не повинні містити параметрів — `void function(void)`.

Якщо подивитися файл `stm32f10x_it.h`, то можна побачити, що в ньому вже написані порожні оброблювачі переривання, але тут є не всі функції. Додаткові імена функцій оброблювачів переривання — це фактично адреси оброблювачів переривання. Їх прийде прописувати вручну, і ці імена вже оголошені у файлі початкової ініціалізації. Цей файл ми розглянемо далі більш докладно.

Уся периферія описана в структурах даних мови C, яка й використовуються для конфігурації периферійного модуля. Функції й константи для периферійних модулів починаються із префіксів, що збігаються з іменем периферійного модуля.

Наприклад, імена функцій для портів вводу-виводу — `GPIO_Init()`, `GPIO_Setbits()`, `GPIO_Readinputdata()` і константи — `GPIOA`, `GPIO_Speed_50Mhz`, `GPIO_Pin_0`.

Для конфігурації периферійного модуля необхідно заповнити всі поля структури й далі передати структуру функції ініціалізації периферійного модуля. Наприклад, для ініціалізації портів вводу-виводу необхідно оголосити й заповнити поля структури `GPIO_Inittypedef` і передати оголошене ім'я функції ініціалізації `GPIO_Init(... , ...)`. Усі доступні функції для роботи з периферійним модулем можна подивитися в довідці на бібліотеку або в заголовному файлі. Для портів вводу-виводу це файл `stm32f10x_gpio.h`. Більшість периферійних модулів мають однаковий набір функцій, наприклад (PPP — ім'я периферійного модуля):

- `PPP_Deinit(...)` — установка всіх регістрів у початковий (після скидання) стан;
- `PPP_Init(...)` — установка параметрів через структури даних;
- `PPP_Cmd(ENABLE/DISABLE)` — дозвіл/заборона роботи;
- `PPP_Itconfig(...)` — конфігурація джерел переривань;
- `PPP_Getflagstatus(...)` — читання прапорів периферійного модуля;
- `PPP_Clearflag(...)` — очищення прапорів периферійного модуля;
- `PPP_Clearitpendingflag(...)` — скидання прапора переривання.

Для більшої наочності коду й скорочення його візуального розміру стандартні типи даних визначені у файлі `stm32f10x_type.h`, наприклад:

- `u8` - unsigned char;
- `u16` - unsigned short;
- `RESET/SET`;
- `FALSE/TRUE`;
- `DISABLE/ENABLE`.

Стандартну бібліотеку периферії можна завантажити з офіційного сайту [Stmicroelectronics](http://www.stmicroelectronics.com) по посиланню [22].

Структура пакета бібліотеки наступна:

Libraries:

CMSIS — бібліотека ядра ARM Cortex-M3;

STM32F10x_Stdperiph_Lib_V5.5.0\Libraries\

STM32F10x_Stdperiph_Driver - бібліотека периферії STM32.

Project:

STM32F10x_Stdperiph_Lib_V5.5.0\Project\

STM32F10x_Stdperiph_Examples — вихідні файли прикладів периферії STM32;

STM32F10x_Stdperiph_Lib_V5.5.0\Project\STM32F10x_Stdperiph_Template-Шаблон «порожнього» проекту для оцінних плат STM3210xx-eval.

Utilities — драйвера для налагоджувальних плат Stmicroelectronics.

STM32F10x_Stdperiph_Lib_V5.5.0\

stm32f10x_stdperiph_lib_um.chm — файл довідки.

Для простого створення й конфігурації проектів на основі налагоджувальних плат STM3210xx-eval пропонуються шаблони проектів для різноманітних середовищ розробки.

У нього можна внести ваш код, вибрати в конфігурації конкретну налагоджувальну плату й почати працювати. Шаблон проекту наведений для п'яти середовищ розробки, можна почати працювати з кожної з них. Крім цього, спочатку можна подивитися параметри конфігурації проектів.

5.4 Практична частина: приклад проекту

Ми завантажили й інсталиювали середовище розробки IAR Embedded Workbench і одержали загальні знання по стандартній бібліотеці периферії.

Для всіх своїх налагоджувальних плат Stmicroelectronics надає на офіційному сайті приклади роботи й опис. Повний список документації STM32Vldiscovery по посиланню [25], а клікнувши по вкладці DesignSupport,

є доступна інформація по налагоджувальній платі. Із цієї ж сторінки завантажуюємо пакет stm32vldiscovery firmware package (AN3268) по посиланню [23]. До складу пакета входить бібліотека периферійних пристроїв і приклади проектів для налагоджувальної плати. Розглянемо структуру пакета більш докладно:

- Libraries:

- CMSIS — бібліотека ядра ARM Cortex-M3;
- STM32F10x_StdPeriph_Lib_V5.5.0\Libraries\

STM32F10x_StdPeriph_Driver — бібліотека периферії STM32.

- Project:

- Demo — загальний приклад для STM32Vldiscovery;
- Examples — вихідні файли прикладів роботи з периферією;
- Master Workspace — проект на прикладах з Examples.

- Utilities — драйвер для оцінної плати STM32Vldiscovery.

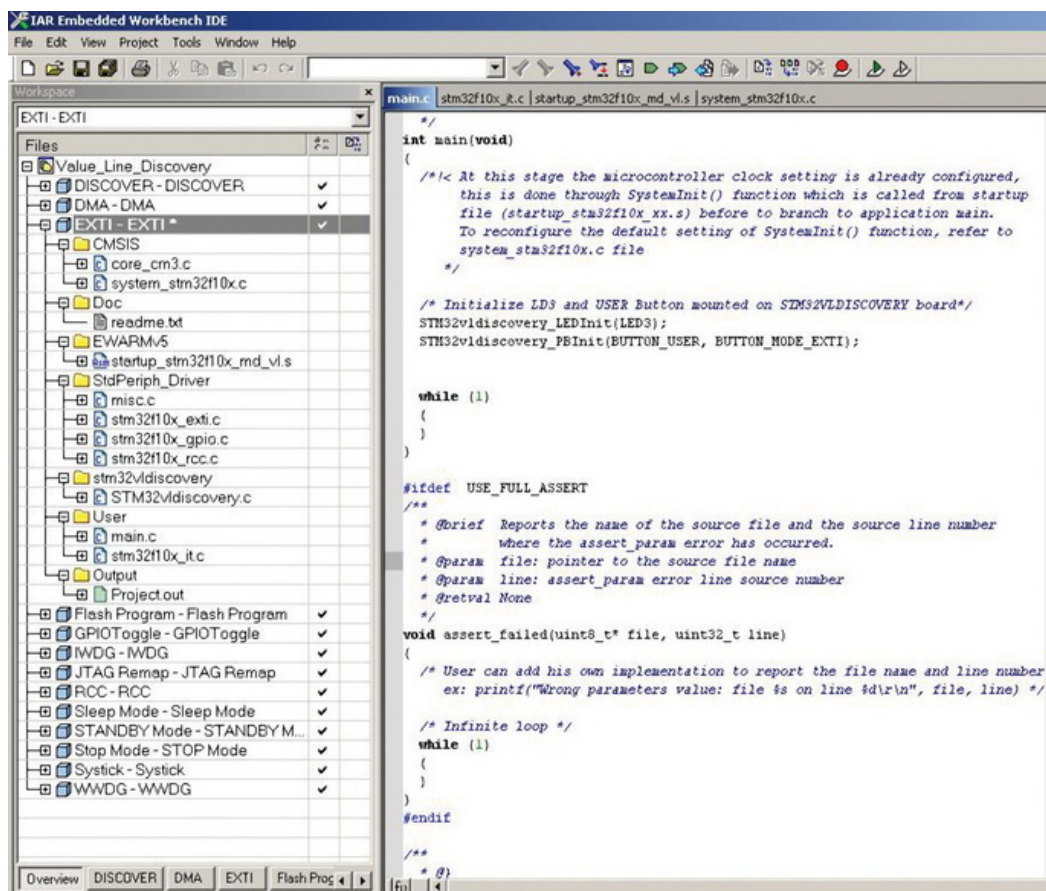


Рисунок 5.1 — Проект EXTI – EXTI

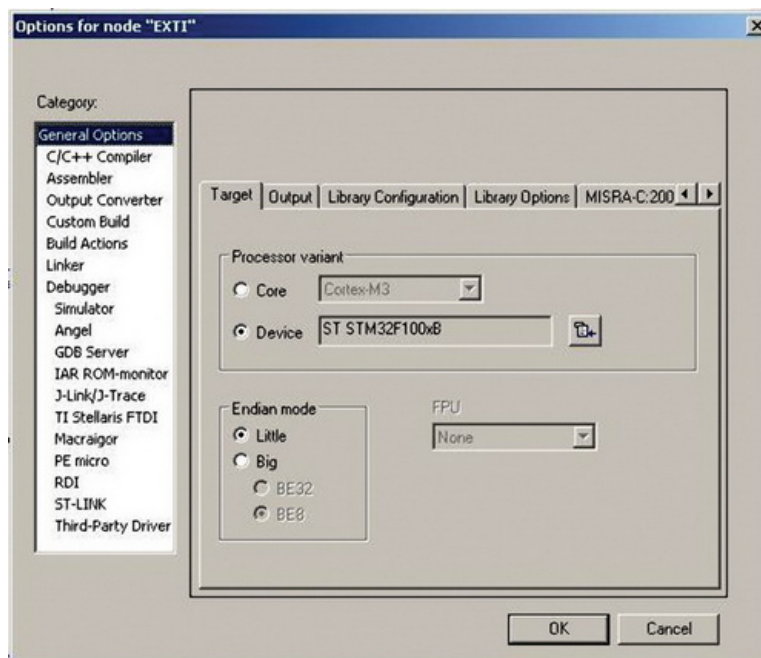


Рисунок 5.2 — Настроювання проекту — вибір типу мікроконтролера

Після вибору мікроконтролера необхідно прописати всі шляхи до стандартної бібліотеки периферії.

У поле Category вибираємо пункт C/C++ Compiler і далі в правому полі — вкладку Preprocessor (Рис. 5.3).

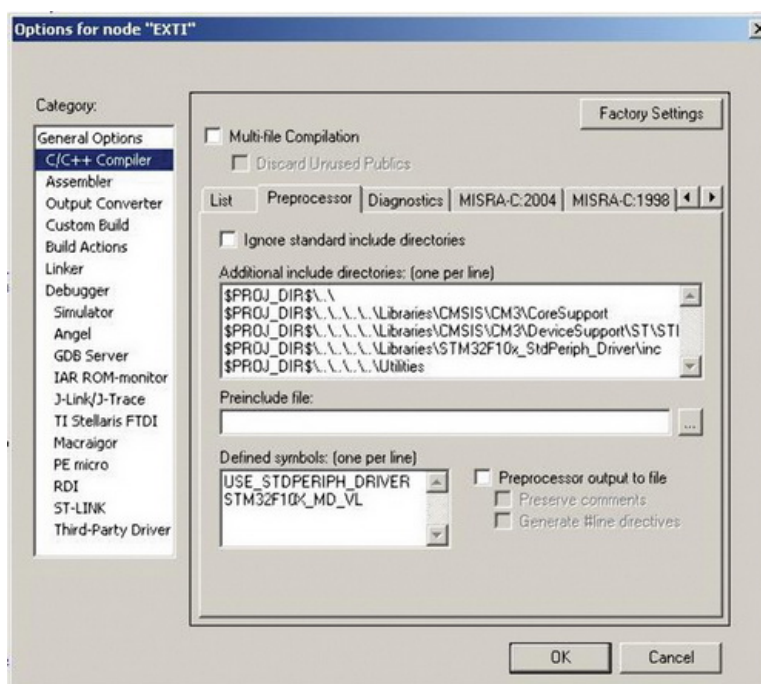


Рисунок 5.3 — Настроювання проекту — настроювання шляхів доступу до бібліотеки

Наступний крок — необхідно вказати лінковщику файл із розширенням .icf. У поле Category вибираємо пункт Linker і далі вкладку Config (Рис. 5.4). Файли цього типу використовуються для керування лінкером, указують області пам'яті, визначають розмір пам'яті і так далі. Файли з розширенням .icf для різних варіацій настроювання проекту, наприклад, для розміщення коду тільки в SRAM, розподілу пам'яті на різні області і так далі, можна знайти в шаблонах проектів від Stmicroelectronics або написати самим. Більш докладно про самостійне створення цих файлів можна прочитати в розділі Допомога середовища розробки IAR Embedded Workbench, вкладка HelpC/C++DevelopmentGuide на основній формі програми. У нашому прикладі даний файл перебуває в корені проекту.

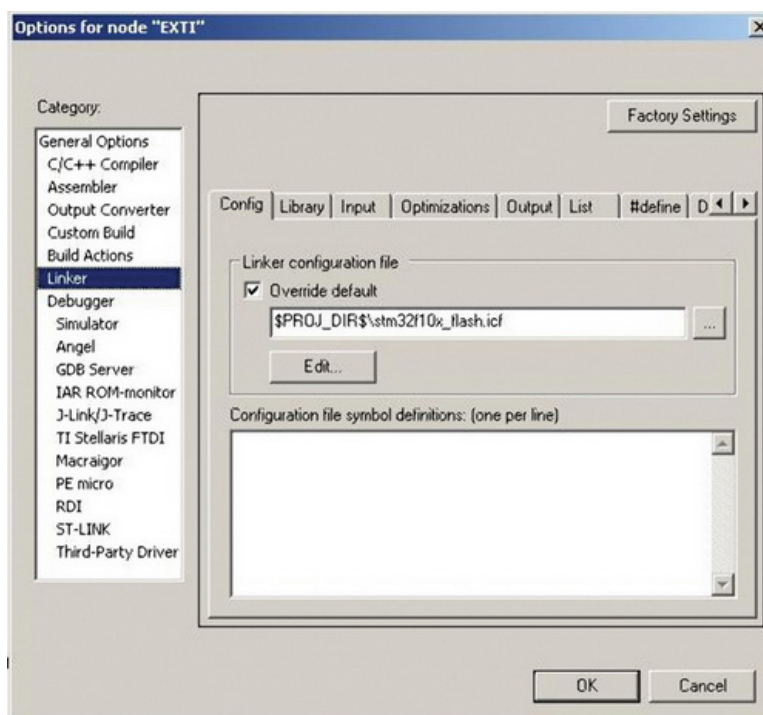


Рисунок 5.4 – Настроювання проекту, лінкера (частина 1)

Також лінковщику необхідно вказати обсяги пам'яті, стека й купи. Дана операція здійснюється в цьому ж вікні, але необхідно натиснути кнопку Edit... (Рис. 5.5).

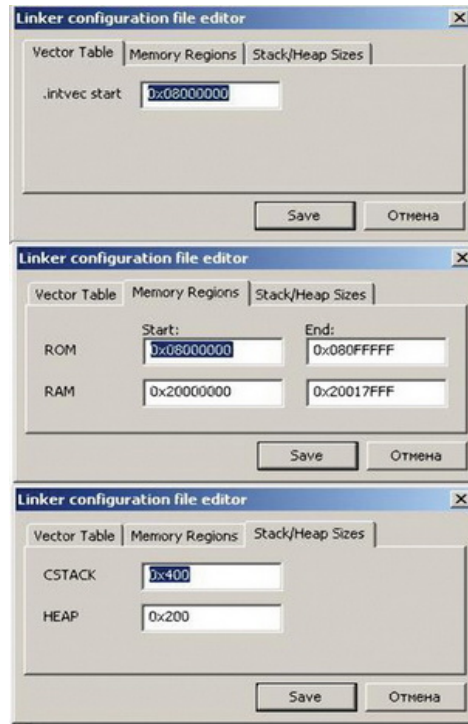


Рисунок 5.5— Настроювання лінкера (частина 2)

У першому вікні рис. 5.6 вказується адреса таблиці векторів переривання. У нашому випадку адреса рівна 0x08000000, цей початок внутрішньої flash-пам'яті. У другому вікні необхідно вказати адреси flash- і Sram-Пам'яті. Початкові адреси починаються з 0x08000000 і 0x02000000, це закладене при проектуванні. А от кінцеві адреси різні, тому що мікроконтролери мають різні обсяги пам'яті. У вікнах необхідно вказати правильні параметри, тому що у випадку виходу розміру ПЗ за ці границі лінкер повинен видати повідомлення про помилку щоб уникнути непередбачених наслідків. Для нашого мікроконтролера STM32F103 обсяг flash рівний 128Кбайт, а обсяг SRAM8Кбайт. Відповідно, значення другого вікна для поля ROM повинне бути рівно $(128 \times 1024) - 1 = 0x0801FFFF$, і по такій же методиці значення другого вікна повинне бути рівно 0x02001FFF. На рис. 5.1-5.5 відображені максимальні значення пам'яті для сімейства STM32. Не менш важливим є третє вікно, відповідальне за розмір стека й купи. Стек необхідний для збереження контексту при виклику функцій, передачі параметрів функцій і так далі. Купа необхідна для функцій роботи з пам'яттю C/C++. Залишимо ці параметри такими ж, як на малюнку. Додамо лише, що пам'ять для стека й купи виділяється з SRAM, і, наприклад, у

випадку невикористання функції роботи з пам'яттю поле HEAP можна зробити нульовим, у такий спосіб заощадивши оперативну пам'ять для потреб додатка.

Наступним кроком є вибір програматора-відладчика. У поле Category вибираємо пункт Debugger і далі в правому полі — вкладку Setup (рис.5.6).

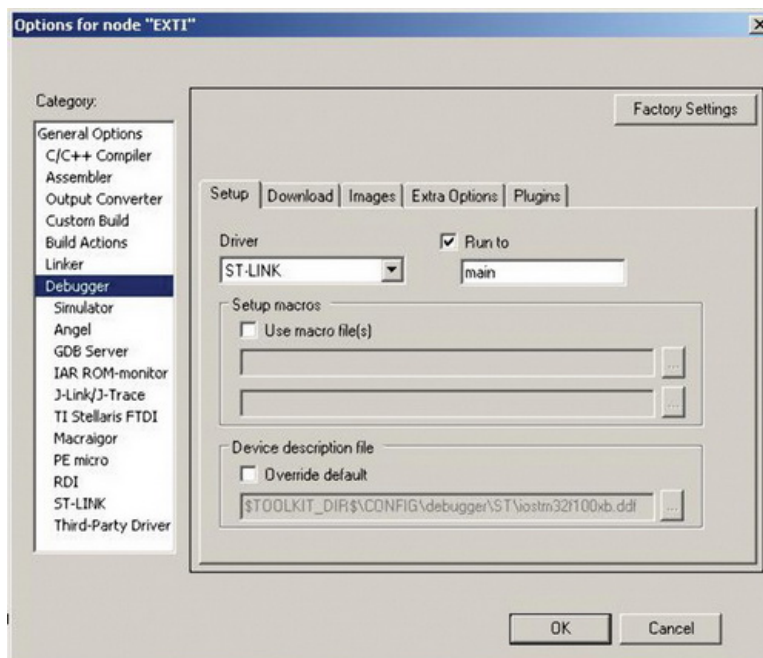


Рисунок 5.6 — Настроювання проекту — вибір програматора

У нашому випадку нам необхідно вибрати програматор-відладчик компанії Stmicroelectronics St-Link. Для цього вибираємо категорію Linker.

Слід звернути увагу на поле Run to main. Даний пункт указує, з якого місця буде починатися налагодження ПЗ. Якщо цей пункт активний, то процес налагодження почнеться з функції main(), і первісна ініціалізація мікроконтролера пропускається (вона буде виконана автоматично). Якщо ж даний пункт не активний, то процес налагодження почнеться із самого початку, а саме — з вектора скидання Reset Handler файлу startup_stm32f10x_md_v1.s. На первісному етапі для більш докладного вивчення ініціалізації мікроконтролера краще зробити цей пункт неактивним і подивитися по кроках усю ініціалізацію мікроконтролера.

Останній пункт у настроюваннях проекту — вибір інтерфейсу для налагодження. В архітектурі ARMCortexM3 передбачено два альтернативні інтерфейси для налагодження мікроконтролера — двохпровідний інтерфейс

SWD і п'ятипровідний інтерфейс JTAG. В STM32Vdiscovery реалізований SWD, відповідно, переконуємося в тому, що обраний саме цей інтерфейс — у поле Category вибираємо пункт St-Link і потім — SWD (рис. 5.7).

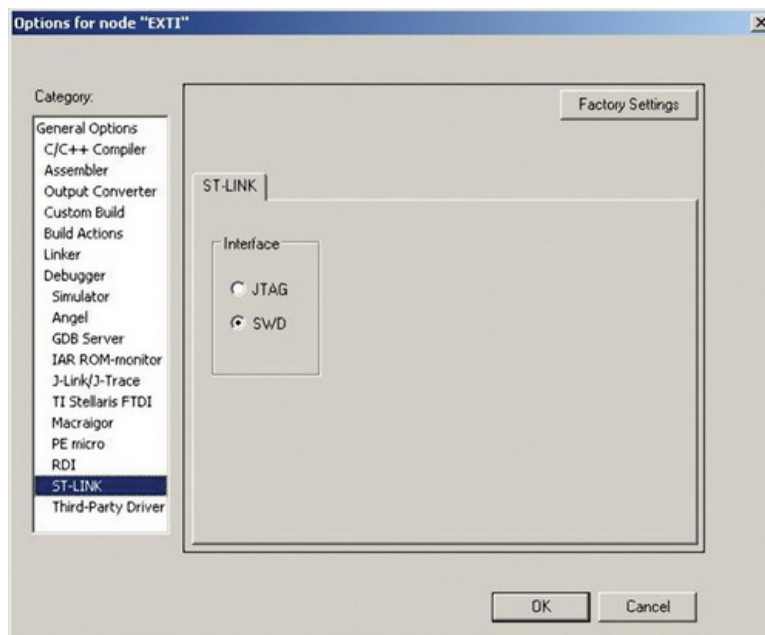


Рисунок 5.7 — Настроювання проекту — вибір інтерфейсу програматора

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1.1 Безпека виробничих процесів

Безпечність виробничого процесу — це властивість відповідних технологій відповідати вимогам безпеки праці під час проведення їх в умовах, установлених нормативною документацією.

Безпечність виробничих процесів залежить від вибору технологій, планування та обладнання виробничих приміщень; розташування виробничого устаткування та організації робочих місць; вибору вихідних матеріалів, способу зберігання та транспортування їх, готової продукції та відходів виробництва, професійного відбору та навчання працівників, застосування засобів захисту працівників; включення вимог безпеки до нормативно-технічної та технологічної документації, забезпечення вибухо- та пожежобезпеки.

Виробничі процеси не повинні забруднювати навколишнє середовище викидами шкідливих та небезпечних речовин, а концентрація та рівень цих факторів — перевищувати допустимі норми.

Безпека будь-якого технологічного процесу має розглядатись як система взаємозв'язку робочих місць, умов праці, взаємодії людини з устаткуванням, де джерелом небезпеки може бути будь-який засіб праці.

Вірогідність нещасного випадку значно збільшується, як тільки людина попадає в область дії небезпечного або шкідливого фактора. Ці області називають небезпечними зонами. Небезпечною зоною може бути простір біля піднімаючих конструкцій устаткування, простір біля приміщення, що перебуває в аварійному стані.

Необхідно володіти знаннями щодо різних технологічних процесів, які можуть мати фіксовані або нестабільні небезпечні зони.

Нещасний випадок може мати місце лише тоді, коли людина потрапляє до зони дії небезпечного виробничого фактора (небезпечної зони). Якщо всі

робочі місця знаходитимуться за межами небезпечних зон, то небезпека буде зведена до мінімуму. Досягненню цієї мети сприяє впровадження механізації та автоматизації виробничих процесів, дистанційного управління.

Окрім того, всі технологічні операції повинні передбачати також систему управління і контролю за системою ЛМС (людина— машина— навколишнє середовище), що забезпечить захист людей або аварійне відключення виробничого устаткування на випадок аварії.

Слід пам'ятати, що дотримання техніки безпеки та надійна робота механізмів, а також висока організація технологічного процесу є запорукою уникнення нещасного випадку також у небезпечній зоні.

6.1.2 Виробниче освітлення та основні вимоги до його організації

Правильно організоване освітлення створює достатню і рівномірну освітленість робочих місць, підвищує продуктивність праці і якість роботи, зберігає зір працюючих, зменшує травматизм, сприятливо діє на нервову систему і організм людини.

У виробничих умовах використовують три види освітлення:

а) Природне освітлення.

Природне освітлення надає сприятливу дію на організм людини і повинне бути використаний максимально. Воно здійснюється через бічні світлові отвори (вікна) — бокове освітлення і через верхні світлові отвори (ліхтарі) — верхнє освітлення.

Для характеристики інтенсивності денного освітлення прийнятий коефіцієнт природної освітленості. Коефіцієнт є відношенням природної освітленості усередині приміщення (E_v) до одночасного значення зовнішньої горизонтальної освітленості (E_n), створюваної світлом повністю відкритого небозводу. Його визначають за формулою:

$$e = (E_v) / (E_n) \cdot 100 \quad (6.1)$$

На підприємствах в правилах техніки безпеки приводяться норми коефіцієнта природної освітленості згідно ДБН В.2.5-28-2006.

Відповідно до норм СНиП 23-05-95 всі виробничі приміщення, розраховані на тривале перебування людей, повинні мати природне освітлення. Скло світлових отворів виробничих і допоміжних приміщень очищають в терміни, встановлені адміністрацією підприємства, але не рідше 2 раз на рік. Світлові отвори не можна захаращувати устаткуванням. Світле забарвлення інтер'єру покращує якість освітлення, оскільки збільшується кількість відображеного світла, що дозволяє підвищити рівень освітленості.

б) Штучне освітлення.

Отримати рівномірну природну освітленість у виробничих приміщеннях неможливо. Тому дуже важливо правильно організувати штучне освітлення.

На підприємствах застосовують загальне, місцеве і комбіноване освітлення. Загальне освітлення — це рівномірне розміщення світильників одного типу і однакової потужності по всьому приміщенню (симетрично). Місцеве (стаціонарне або переносне) освітлення призначено для окремих робочих місць і поверхонь з підвищеною точністю робіт (в лабораторіях, у верстатів, в механічних майстернях). Застосовувати в цехах тільки місцеве освітлення не дозволяється.

в) Комбіноване освітлення — це використання загального і місцевого освітлення.

За функціональним призначенням освітлення може бути робочим, діючим при нормальному режимі праці, і аварійним, призначеним для безпечної евакуації людей або для продовження роботи в тих випадках, коли відбулося відключення робочого освітлення. Освітленість при цьому повинна складати не менше 10% нормованої освітленості для ламп розжарювання. Світильники аварійного освітлення приєднують до самостійного джерела живлення (на випадок продовження роботи) або до мережі, не залежної від мережі робочого освітлення (на випадок евакуації людей). Аварійне освітлення включається автоматично при відключенні мережі робочого освітлення. Освітлювальна арматура аварійного освітлення повинна мати відмітний знак.

Норми освітлення приведені в галузевих правилах техніки безпеки і виробничій санітарії.

Величину мінімальної нормованої освітленості встановлюють для певної робочої поверхні (столу, верстата, частини устаткування), тобто поверхні, на якій зосереджується увага працюючого. Якщо немає точних вказівок про робочу поверхню, то нормовану освітленість відносять до умовної робочої поверхні — горизонтальної поверхні на висоті 0,8 м від рівня підлоги. Величина нормованої освітленості залежить також від характеристики зорової роботи, системи освітлення, виду джерела світла.

Для штучного освітлення застосовують теплові джерела світла — лампи розжарювання і газорозрядні лампи.

6.2 БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.2.1 Оцінка хімічної обстановки на підприємствах, що використовують СДОР в технологічних цілях

При руйнуванні чи аварії на ЗАТ “Тернопільський молокозавод”, на території якого зосереджена ємність з сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР) – аміаком, утворюються зони хімічного зараження, в середині яких можуть утворитися осередки хімічного ураження. Ці осередки хімічного ураження можна назвати вторинними, які утворюються в результаті застосування ворогом ядерної зброї.

Вторинним осередком хімічного ураження називають територію в межах якої, в результаті дії СДОР відбулися масові ураження людей, тварин та рослин.

Внаслідок морального і фізичного зношення обладнання та зниження виконавчої дисципліни на хімічно небезпечних об'єктах (ХНО) йде зростання кількості надзвичайних ситуацій, потерпілого та загиблого персоналу на цих об'єктах і населення, що проживає в зонах можливого зараження. Тому дуже важливим є проведення оцінки можливої хімічної обстановки, тобто

довгострокового прогнозування обстановки у випадку виникнення аварії з викидом (виливом) СДОР з тим, щоб завчасно підготувати необхідні заходи захисту як персоналу хімічно небезпечного об'єкту, так і населення, що проживає у зонах можливого хімічного зараження. Керівний склад хімічно небезпечних об'єктів та об'єктів господарської діяльності (ОГД) повинен досконало володіти методикою оцінки хімічної обстановки.

6.2.2 Особливості оцінки хімічної обстановки на хімічно небезпечному об'єкті

При оцінці хімічної обстановки методом прогнозування за кількість викинутої (розлитої) СДОР приймається :

- у воєнний час та для сейсмонебезпечних районів: одночасний розлив (викид) всього запасу СДОР, який є на ХНО;
- в мирний час: із максимальної по об'єму одиничної ємності технологічної, складської, транспортної тощо).

Метеорологічні умови, сприятливі для розповсюдження зараженого повітря - такі: швидкість вітру у приземному шарі - 1 м/с, ступінь вертикальної стійкості повітря - інверсія.

Оцінка хімічної обстановки за даними розвідки проводиться на основі конкретної обстановки, коли враховується фактична кількість вилитої СДОР і реальні метеоумови.

У питанні стійкості ЗХЗ важливе значення має те, що відбувається у шарі повітря на висоті від поверхні землі і до 30 метрів вгору. Відповідно розрізняють три ступені вертикальної стійкості повітря:

- інверсія – при ній нижні шари повітря холодніші за верхні, що перешкоджає переміщенню його по висоті і створює найбільш сприятливі умови для збереження високих концентрацій отруйних речовин. Виникає у вечірній (за 1 год. до заходу сонця) і нічний час (руйнується протягом години після сходу сонця) і швидкості вітру 4 м/с.
- конвекція – нижні шари повітря нагріті більше, ніж верхні, що сприяє

швидкому розсіюванню зараженої хімічною речовиною хмари і зменшенню її уражаючої дії. Виникає вдень, при ясній погоді, малих (до 4 м/с) швидкостях вітру, приблизно через 2 години після сходу сонця і руйнується приблизно за 2-2,5 години до заходу сонця.

- ізотермія – температура повітря в межах 20-30 м від земної поверхні приблизно однакова, тобто має місце стабільна рівновага повітря, що так само, як і при інверсії, сприяє тривалому застою парів отруйних речовин і сильнодіючих отруйних речовин на місцевості, в лісі, населених пунктах, на полях з високостебельними сільськогосподарськими культурами. Виникає у хмарну погоду, при опадах або при швидкості вітру більше 4 м/с, а також як перехідний період від інверсії до конвекції та навпаки.

Ступінь вертикальної стійкості приземного шару повітря може бути визначена за даними прогнозу погоди та за допомогою графіків (рис.6.1).

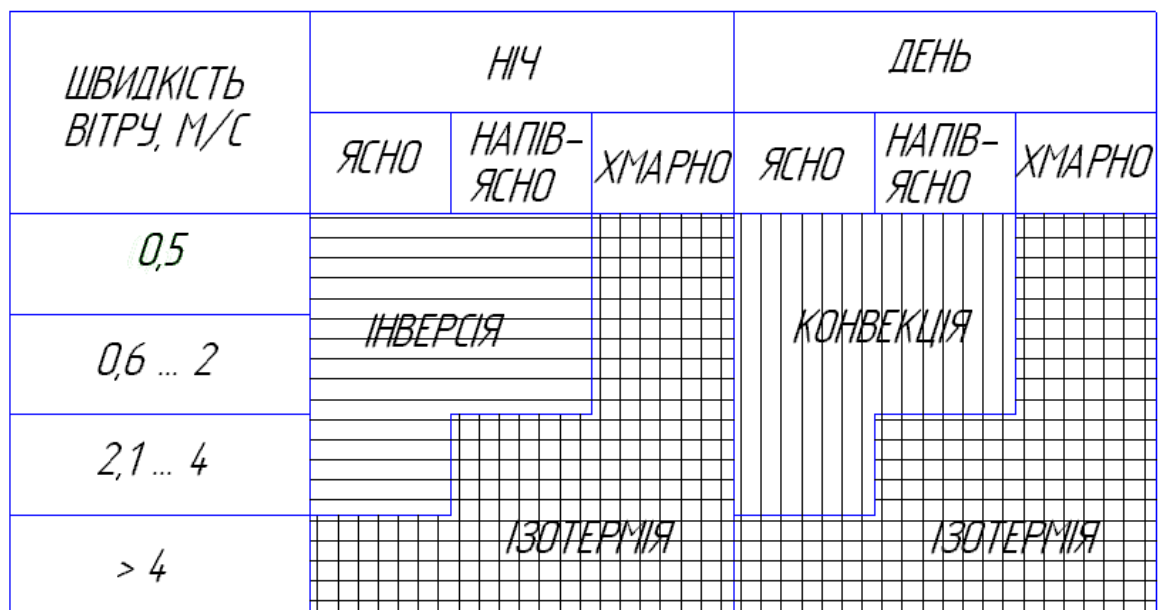


Рисунок 6.1 – Графік для визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за даними прогнозу погоди.

Крім того, більш точно її можна визначити за швидкістю вітру на висоті 1 м V_1 і температурному градієнті Δt ($\Delta t = t_{50} - t_{200}$, де t_{50} - температура повітря на висоті 50 см, t_{200} - температура повітря на висоті 200 см від поверхні землі) за допомогою графіка (рис. 6.2).

- топографічні умови місцевості і характер забудови на шляху розповсюдження хмари зараженого повітря (закрита чи відкрита місцевість);
- метеорологічні умови (швидкість і напрямок вітру в приземному шарі повітря, температура повітря і ґрунту, ступінь вертикальної стійкості повітря).

Оцінка хімічної обстановки у випадку аварії з аміаком на ЗАТ “Тернопільський молокозавод” провидиться за формулами та довідковими таблицями.

Розглянемо методику оцінки хімічної обстановки на прикладі розв'язування конкретної ситуаційної задачі.

Вихідні дані

1. Відстань до житлових будинків від молокозаводу, (км): 0,2.
2. Тип СДОР: аміак.
3. Ступінь вертикальної стійкості повітря: ізотермія.
4. Напрямок (азимут) середнього вітру, (град): Захід.
5. Наявність обваловки у ємності із СДОР: обвалована.
6. Швидкість приземного вітру, (м/с): 2.
7. Будинки розташовані по відношенню до молокозаводу по азимуту (град): 90.
8. Характер місцевості: закрыта.
9. Характеристика виробничих цехів:
 - наявність противогазів (%): 50;
 - наявність сховища: відсутнє.
10. Маса СДОР (т): 10.
11. Кількість мешканців (чол): 300.
12. Кількість мешканців забезпечених протигазами (%): 10.

Результати оцінки хімічної обстановки та висновки, зроблені на основі розрахунків. Результати оцінки хімічної обстановки заносимо в таблицю.

Таблиця 6.1 Результати оцінки хімічної обстановки при аварії на ЗАТ
“Тернопільський молокозавод”

Джерела зараження	Вид СДОР	Кількість СДОР, (т)	Глибина ЗХЗ, (км)		Ширина ЗХЗ, (км)		Площа ЗМХЗ, ЗХЗ, (км ²)		Час підходу зараженого повітря, (хв)	Тривалість уражаючої дії СДОР, (год)	Можливі втрати населення, (чол)	Можливі втрати працюючих, (%)
			з пораженою концентрацією	з смертельною концентрацією	з пораженою концентрацією	з смертельною концентрацією						
Зруйнована обвалована ємність	Аміак	10	0,34	0,096	0,068	0,019	0,363	0,012	1,11	13,9	135	27

Висновки: 1. Оскільки житлові будинки потрапляють в зону хімічного ураження то, так-як, тривалість уражаючої дії аміаку становить 13,9 год., час підходу хмари зараженого повітря 1,11 хв., терміново слід провести оповіщення населення та робітників про загрозу хімічного ураження та необхідність негайно одягнути протигази і евакуюватись в напрямку, перпендикулярному до руху хмари зараженого повітря.

2. З метою підвищення стійкості ємності із СДОР до дії ядерного вибуху, її слід розміщати в підвальних приміщеннях.

3. Для максимального захисту робітників заводу від дії СДОР слід збудувати сховища, місткістю, що відповідає числу робітників найбільшої зміни, а також, провести 100% забезпечення протигазами і захисним одягом.

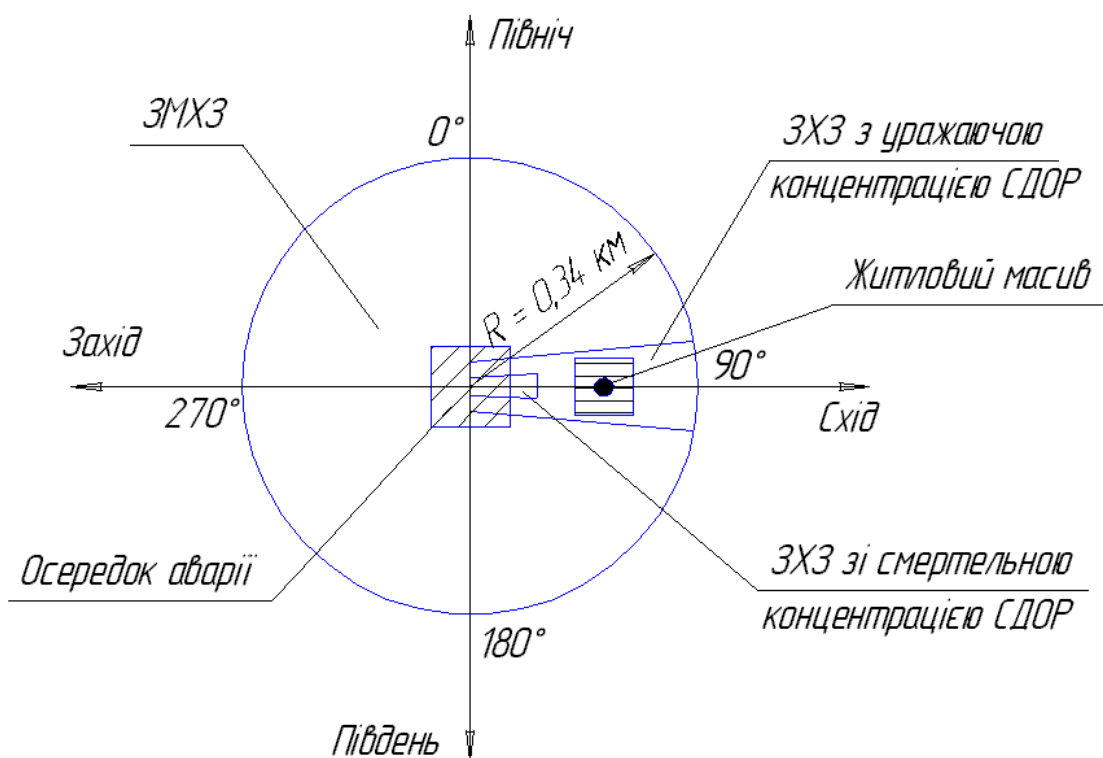


Рисунок 6.3 – Схема зони хімічного зараження, утвореної СДОР (аміак 10 т) при аварії на ЗАТ “Тернопільський молокозавод”.

ВИСНОВОК

В даній кваліфікаційній магістерській роботі досліджено автоматичний процес об'ємно-вагового дозування та фасування на автоматичній фасувальній установці типу (Linearpac 85M) УФАС–1200М.

Проаналізовано технологічні процеси об'ємно-вагового дозування та фасування рідких харчових продуктів, визначено фактори які найбільше впливають на якість та точність. Проведено моделювання порційного фасування продуктів в оптимальних умовах, відповідно проведено аналіз його параметри. Визначено основні характеристики моделей дозування та фасування. Запропоновано моделі етапного фасування, які дозволить підвищити продуктивність установки при забезпеченні відповідної якості та точності. Описано використання чисельних методи для розрахунку режимів оптимальних технологічних процесів дозування і фасування.

Запропоновано використання методики ультразвукових вимірів в'язкості рідких продуктів при їх дозуванні у харчовій промисловості. Розглянуто моделі різноступеневих типів фасування і дозування продуктів.

В магістерській кваліфікаційній роботі запропоновано використовувати у якості вхідного оперативного контролю вимірювання в'язкості дозованих продуктів, що дозволить під налагоджувати технологічні операції дозування і фасування продукту з метою підвищення продуктивності та точності.

В роботі розроблено відповідні конструктивні рішення дозаторів та система автоматичного управління і контролю установкою фасувальною автоматичною (Linearpac 85M) УФАС–1200М на базі MCU32-х.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Артемова Е.Н. Научные основы пенообразования и эмульгирования в технологии пищевых продуктов с растительными добавками. Автореф.д.т.н. -СПб., 1999,-42с.
2. Демский А.Б., Пустовалов Н.Н. Основные пути развития фасовочно-упаковочного оборудования для отраслей пищевой и мясомолочной промышленности. Сб. статей упаковочные автоматы IV -Каунас, 1975, с.7-8.
3. Емцев Б.Т. Техническая гидромеханика: Учебник для вузов по специальности Гидравлические машины и средства автоматизики. —М.: Машиностроение, 1987. -440с.
4. Жавнер В.Л., Огароетенков И.В. Разработка дозатора с совмещенным приводом распределителей и поршней.// Известия СПбГУНиПТ. 2000. №1, с.105-110.
5. Жидонис В.Ю. Задачи теории конструирования и исследования расфасовочно-упаковочных автоматов, работающих по бестарной схеме, и некоторые результаты решения этих задач. Сб. статей упаковочные автоматы IV -Каунас, 1972, с. 6-12.
6. Зотов С. Автоматы для мелкой фасовки. //Тара и упаковка, 1998, № 2, с.4-7.
7. Зубова Н.Д. Исследование фасовочно-упаковочных машин, упаковочных операций и тары в производстве мороженого. Сб. статей упаковочные автоматы IV -Каунас, 1972, е. 31-34.
8. Карпин Е.Б. Расчет и конструирование весоизмерительных механизмов и дозаторов. -М.: Машгиз, 1963, -524с.
9. Карпов В.В, Современные дозаторы и расходомеры для молочной промышленности: Обзорная информация. -М.:АгроНИИТехмаш1, 1992.-40с.

10. Кунянский Н.А. Автомат для асептической расфасовки жидких и тореобразных продуктов в пакеты из термопластичных материалов. Сб. статей упаковочные автоматы IV -Каунас, 1972, с. 64-67.
11. Маршалкин Г.А., Панишев В.Г. Оптимизация технологических процессов и кинематических схем упаковочных автоматов. Сб. статей упаковочные автоматы IV -Каунас, 1972. с. 27-30.
12. Маелов А.М. Аппараты для термообработки высоковязких жидкостей. —Л.: Машиностроение, 1980. 206с.
13. Материалы упаковочные термостойкие для пищевых продуктов, Руководящий технический материал РТМ 27-72-782-80. -М.: Машиностроение, 1980.
14. Муравин Я.Г. Полимерные и комбинированные пленочные материалы для расфасовки на автоматах продукции консервной и пшечеконцентратной промышленности. Сб. статей упаковочные автоматы IV -Каунас, 1972, с. 184-187.
15. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств. Под ред. А.Я. Соколова -М.: Пищепромиздат, 1960, -742с.
16. Сапожников М.Ю. Дозирующие устройства. -М.: Пищепромиздат, 1959. -88с.
17. Старостенков И.В. Исследование движения вязкой жидкости в кольцевых зазорах распределителей.// Известия СПбГУНиПТ. 2000. Jfel.c. 115-120.
18. 52. Тарг С.М. Основные задачи теории ламинарных течений. —М.-Л.:ГИТТЛ 1951,-420с.
19. Технология дозирования жидкостей. //Упаковка, материалы, оборудование.—СПб.: ВИАМ, 2000.— № 1. с.4.
20. Фрейдин С., Губерниев В. Выбор оптимальных параметров групповой тары. //Тара и упаковка, 1998, №1, с. 22-24.
21. Цейтлин Г.Е. Сетевые методы циклограммирования упаковочных автоматов. Сб. статей упаковочные автоматы IV -Каунас, 1972, с. 22-24.

22. Чернышев А. Высокоскоростное оборудование для дозирования вязких и полувязких продуктов.// Оборудование, упаковка, ингредиенты. — СПб.: Контракт, 1999. —№1. -с. 211.
23. Шувалов В.Н. Машины-автоматы и поточные линии пищевой промышленности. -М.,Л.: Машиностроение, —1966. 482с.
24. Аккерман Р., и др. Свободно программируемые контроллеры. Основной курс. М.: АО Фесто Россия, 1996, - 215с.
25. Применение цифровой обработки сигналов. Оппенгейм З., 16, 1 С_ч 1980 0:00, 552.
26. Проектирование цифровых устройств на однокристальных микроконтроллерах. Сташин В.В. и др., 64, 1 С_ч 1990 0:00, 224.
27. Погрешности и параметры цифрового спектрально–корреляционного анализа. Грибанов Ю.И., Мальков В.Л., 65, 1 С_ч 1984 0:00, 160.
28. Микропроцессорный комплект БИС серии ATMEGA для цифровой обработки сигналов: Справочник. Белоус А.И. и др., 65, 1 С_ч 1992 0:00, 256.
29. Цифровые фильтры и устройства обработки сигналов на интегральных микросхемах. Высоцкий Б.Ф., 65, 1 С_ч 1984 0:00, 216.
30. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках: Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергия,1979г. – 408с., ил.
31. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.
32. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы. Под редакцией Якубовского С.В., Справочник. М.: Радио и связь, 1977. – 494с.
33. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. – М.: Мир, 2001 – 512 с.
34. Волчкевич Л.И., Кузнецов М.М., Ковалев М.П. Комплексная автоматизация производства.М.:Машиностроение,1989.–298с.

35. Автоматизация процессов машиностроения: Учеб. пособие для машиностр. спец.вузов/ Я.Буда, В.Гановски, В.С.Вихман и др. Под ред. А.И.Дашенко.–М.:Высшая школа, 2010.–480с.
36. Березюк О. В., Лемешева М. С. Безпека життєдіяльності: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2011. – с.112.
37. Огринський П. І., Єнкало В. М, Дембіцький С. І. Безпека життєдіяльності: навчальний посібник. – Львів, 1997. – с.160.