

Плиска Себастьян Миколайович – Розробка автоматизованої системи управління процесом виробництва вівсяного печива

Керівник: доктор технічних наук, професор кафедри КТ Стухляк Петро Данилович

АНОТАЦІЯ

У роботі розроблено проект автоматизації процесу виробництва вівсяного печива. Було розглянуто процес виготовлення печива, описано основні параметри, які необхідно при цьому регулювати та контролювати. Було описано функціональну схему автоматизації процесу виготовлення вівсяного печива, обрано обладнання для автоматизації та приведено його опис.

Також було розроблено мнемосхему роботи системи, що виводиться на екран оператора.

Впровадження автоматизованої системи забезпечує підвищення якості продукції та продуктивності підприємства в цілому.

Ключові слова: ПРОГРАМОВАНИЙ ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЕР, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА, ВИРОБНИЦТВО ПЕЧИВА, ВІВСЯНЕ ПЕЧИВО.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	6
1.1. <i>Аналіз технологічного процесу виробництва вівсяних печива</i>	6
1.1.1. <i>Асортимент продукції</i>	6
1.1.2. <i>Харчова та біологічна цінність сировини</i>	8
1.1.3. <i>Огляд технологічного процесу виготовлення вівсяного печива</i>	12
2. ПРОЄКТНА ЧАСТИНА	15
2.1. <i>Технологія виробництва вівсяного печива</i>	15
2.2. <i>Опис функціональної схема технологічного процесу</i>	18
2.3. <i>Вибір засобів автоматизації</i>	20
2.3.1. <i>Вимірювання рівня</i>	20
2.3.2. <i>Вимірювання витрати</i>	28
2.3.3. <i>Вимірювання температури</i>	36
2.4. <i>Вимірювання швидкості</i>	41
2.5. <i>Електродвигун</i>	43
3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	46
3.1 <i>Опис мнемохеми для контролю процесу випікання печива</i>	46
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ	48
4.1 <i>Організація охорони праці при роботі з системою управління</i>	48
4.2 <i>Електробезпека</i>	50
4.3 <i>Розрахунок заземлення</i>	53
ВИСНОВКИ	56
БІБЛІОГРАФІЯ	57

ВСТУП

На даний момент розвитку технологій вівсяне печиво є досить відомими і популярними ласощами, які є в принципі недорогі у виробництві та корисні у споживання. Дехто думає, що вівсяне печиво було придумане у Країні, про це не відповідає дійсності, адже батьківщина цих ласощів власне Шотландія. Ця країна дуже широко споживала овес, там він був домінуючим у вирощуванні.

В давнину цей вид печива не був таким смачним як на сьогоднішній час, адже у його складі були лише вода і власне овес. У деяких випадках додавали сметану. Ці випечені коржиків володіли високою поживністю, проте гарним смаком не радували і використовувались у їжу в якості заміни хліба.

На даний момент рецептура цього печива значно змінена. В ньому я завжди присутнє вівсяне борошно, але також в ньому може міститися і пшеничне борошно, додатково також вводить цукор, жири, в деяких видах додають мед, родзинки, сушло з винограду, різного роду сухофрукти, насіння, горіхи, тощо.

Стандартне вівсяне печиво за рецептурою повинно містити у своєму складі борошно пшеничне та вівсяне, родзинки, , патоку, корицю, жири, а також цукор з додаванням, ваніліну і сіль.

Метою даної роботи є модернізація технологічного процесу приготування вівсяного печива для підвищення якості продукції, збільшення обсягу та зменшення енерговитрат.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити завдання:

- Вивчити технологію приготування вівсяних печива;
- Провести опис функціональної схеми технологічного процесу;
- Провести вибір засобів автоматизації;
- Провести розрахунок пристрою для вимірювання витрати.

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Аналіз технологічного процесу виробництва вівсяних печива

1.1.1. Асортимент продукції

Мучні кондитерські вироби завдяки високому вмісту вуглеводів, жирів і білків є висококалорійними, добре засвоюваними продуктами, які володіють гарними смаковими якостями і мають досить привабливий вигляд.

Якщо у виробі є наявний великий вміст цукрів, то вони вважаються кондитерськими. Такі вироби володіють приємним смаком та ароматом, мають добру засвоюваність та високу харчову поживність. Також мають досить хороший, привабливий вигляд. Через те, що для таких виробів при виробництві використовують різного роду якісну сировину, яка під час технологічного процесу піддається термічним і механічним способам обробки, вони і отримують вказані вище властивості.

Більша кількість видів виробів кондитерки володіє гарною транспортабельністю та може зберігатися на протязі тривалих періодів часу. Враховуючи ці явні переваги вироби такого класу застосовують також у різного роду поїздках, турпоходах, експедиціях, насамперед завдяки високій енергетичній цінності, а також у повсякденному раціоні.

Печиво – невеликий виріб кондитерки, виготовлений із тіста випіканням. Для печива до тіста в деяких випадках вводять зерна; печиво як правило випікають у виді зірочок, грудок, трубочок, квадратів; також популярним є додавати начинку (кремову, шоколадну, згущене молоко, тощо) або начинку розташовують між двома печивами.

Печиво можна поділити на такі види:

- власне цукрове;
- сухе або зтяжне;

- здобне, яке може бути як правило вівсяним, пісковим, листовим або збивним.

Всі вони різняться мають відмінністю по способу приготування та консистенцією тіста.

Вівсяне печиво – це кондитерський виріб, який відноситься до здобної випічки.

Багато хто думає, що у виробах з здоби немає нічого корисного для організму, але не в даному випадку. Вівсяне печиво чудово підходить людям, які звикли до здорової їжі. Користь вівсяного печива полягає у складі цього продукту. Наприклад, вівсяне борошно містить у собі велику кількість вітамінів, мікро- та макроелементів. Таким чином, при використанні якісних інгредієнтів ви отримаєте корисний продукт.

Тому, при регулярному вживанні печива (у певних дозах), покращується робота травлення та виводяться шлаки з організму. Завдяки корисним елементам, що входять до складу, можна знизити рівень цукру в організмі. Так що при правильному виборі продукту і дозованому його вживанні можна отримати багато користі для свого здоров'я.

Існує два основні види вівсяного печива. Перший вид готують на основі цілісних вівсяних пластівців, а другий – на основі вівсяного борошна, завдяки якому це печиво і назвали вівсяним. Крім муки, до складу входить цукор, а також олія рослинного походження. Додають інші інгредієнти, такі як мед, шоколадна крихта, родзинки, кориця, ванілін, повидло або виноградне сушло.

Умовно можна виділити вівсяне печиво з різними добавками – із родзинками, курагою, горіхами, шоколадом, злаками; глазуроване та декороване шоколадом; з начинками – фруктово-ягідним джемом чи повидлом.

1.1.2. Харчова та біологічна цінність сировини

Для створення тіста для вівсяного печива використовують таку сировину: жир (вершкове масло або дешевший маргарин), цукор, корицю, ванілін, родзинки, повидло або виноградне сушло і звичайно ж борошно пшеничне та борошно вівсяне. Також можуть використовуватись додаткові види сировини, наприклад, вівсяні пластівці, мед, цукати, шоколадна крихта.

Борошно – харчовий продукт; одержуваний при розмелі зерна хлібних злаків або бобових культур. Харчова та біологічна цінність борошна залежить від характеру розмелювання. Чим більше піддається зерно звільненню від периферичних елементів, повного видалення зародка і зовнішніх оболонок, тим бідніший мінеральний і вітамінний склад борошна, тим менше у ній міститься клітковини, жирів, білків, тим більше вуглеводів. Борошно грубого помолу має збільшену кількість клітковини, мінеральні речовини, жир, білок, , вітаміни (групи В). Засвоюваність і калорійність хліба із вищих сортів борошна вища, ніж із шпалерних. Залежно від сорту пшеничне борошно містить (% на суху речовину): білків – 8,6–11,8; жирів – 0,9-1,0; вуглеводів – 69,6–74,6; клітковини – 0,2–1,8; золи - 0,5-1,6. Калорійність у 100 г борошна: 354-374 ккал.

Вівсяна мука містить велику кількість незамінних амінокислот, які за своїм складом близькі до м'язового білка. Також, до її складу, входять: тирозин, антиоксиданти, харчові волокна, слизові оболонки, які нормалізують процес травлення, вітаміни (В1, В2, В6, В9, Е, РР), а також мінеральні елементи (молібден, кобальт, марганець, фтор , цинк, мідь, залізо, кальцій, натрій, магній, калій, сірка, фосфор. Борошно вівсяне містить (в % суху речовину): білків – 16,38; жирів – 10,19; Вуглеводів – 73,42. Калорійність у 100 г вівсяного борошна: 404 ккал.

Перед замісом тіста борошно просіюють в окремому приміщенні або безпосередньо в тістомісильному відділенні по можливості далеко від інших робочих місць, щоб готові вироби не запилялися (є спеціальні просіювачі з хитними і нерухомими ситами). Обладнання для просіювання борошна повинно мати місцеве вентиляційне відсмоктування з фільтром для видалення пилу. Борошно зберігають на дерев'яних стелажах в мішках і при необхідності висипають в бункер машини для просіювання, при цьому видаляються сторонні домішки, і борошно збагачується киснем повітря. Просіювати борошно можна безпосередньо в пересувну діжу або пластмасові мірні бачки з кришкою.

Вівсяні пластівці – джерело полісахаридів, тобто вуглеводів, що підтримують рівень енергії людського організму без різких коливань, нормалізуючи рівень цукру в крові. Полісахариди мають більш тривалий період переробки в організмі, ніж моно- та дисахариди (олігосахариди). Вівсяні висівки містять велику кількість харчових волокон, сприяють зниженню концентрації холестерину в крові, покращують діяльність серця. Якщо в готові сніданки не додавалися сіль і цукор, вівсяна дієта може бути благотворною для запобігання розвитку гіпертонії та діабету.

Цукор – важливий харчовий продукт, який швидко розщеплюється на фруктозу та глюкозу під час вступу до організму. Також він є головною складовою всіх кондитерських виробів. Завдяки високій калорійності цукру він надає організму необхідну кількість енергії, а також піднімає настрій, стимулюючи вироблення серотоніну. Калорійність цукру становить 399 ккал за 100 г. При цьому єдиним джерелом калорій є вуглеводи (99,8 %). Це означає, що вміст у ньому як білків, так і жирів – нульовий.

Маргарин – емульсійний продукт, що виробляється з натуральних фракціонованих, модифікованих рослинних олій та тваринних жирів. Маргарин широко використовується як заміник вершкового масла в кондитерській та хлібопекарській промисловості, у кулінарії, домашній випічці, а також вживається безпосередньо в їжу.

Вершкове масло (або коров'яча олія) – продукт харчового призначення, який виготовляється збиванням власне вершків або сепаруванням, які утворюються у коров'ячому молоці, рідше з дрібної та великої рогатої худоби інших видів. Воно володіє високою концентрацією молочного жиру – від 50 до 82,5 відсотків (у більшості випадків від 78 до 82,5 %; у топленій олії – близько 99 %). В якості продукту харчування, таке масло має високу калорійність (як правило на 100 г 748 ккал), характер засвоюваності організмом – легкий (91%). Основні фізичні параметри: температура тверднення від 15 до 24°C, температура плавлення становить від 32 до 35°C, , питома теплота згоряння 32,7 МДж/кг.

Також у маслі вершковому містяться такі компоненти як білки з молока, водорозчинні класи вітамінів, вуглеводні, деякі мінеральні речовини і власне вода (плазма масла). Вершкове масло також має вітамін А (в середньому 0,6 мг/%) та вітамін D (0,002–0,008 мг/% у літньому, 0,001–0,002 мг/% у зимовому). Літня олія містить також каротин (0,17-0,56 мг/%). Вершкове масло містить токофероли (2-5 мг/%), а також транс-жири (до 8 мг/%) та холестерин.

Яйце – поширений продукт харчування людини. З огляду на доступності нині найпоширенішими у вживанні є курячі яйця, хоча будь-які пташині яйця може бути вживані людиною. Перед жовтка припадає до 33 % рідкого вмісту яйця. Калорійність жовтка – 352 ккал на 100 г, що у 8 разів більше, ніж у білку (44 ккал на 100 г). Жовток одного великого курячого яйця (50 г, з яких 17 г жовтка) містить приблизно: 2,7 г білків, 139 мг холестерину, 0,61 г вуглеводів та 4,51 г жирів.

Яйце обробляють у спеціальному мийному приміщенні, де встановлюють овоскоп та ванни з чотирма відділеннями для їхньої санітарної обробки. Пройшли через овоскоп яйця у решітках витримують у першому відділенні ванни у теплій воді 10 хв. при необхідності їх тут же миють волосяними щітками. У другому відділенні яйця витримують 5 хв в 2% розчині хлорного вапна. У третьому відділенні яйця витримують у 2% розчині харчової соди і в четвертому промивають теплою проточною водою протягом 5 хвилин. Промиті та сухі яйця відокремлюють від шкаралупи, при необхідності відокремлюють білок та жовток на спеціальному пристрої. Меланж у банках промивають і розморожують у тих же ваннах протягом 2-3 годин при температурі 45 °С.

Родзинки – великий виноград, висушений і пров'ялений разом із зернами. Дрібний сушений виноград без кісточок одержують із сорту кишміш. Родзинки та кишміш відповідно містять (у грамах) білків – 1,80 та 2,30; вуглеводів – 70,9 та 71,2; харчових волокон – 3,1 та 3,3; вільних органічних кислот – по 1,2 г/%; 860 мг/% калію, 129 мг/% фосфору, 3 мг/% заліза, 80 мг/% кальцію, 42 мг/% магнію, мідь, нікель, кобальт, марганець. Калорійність – відповідно 276 та 274 ккал у 100 г продукту. Є також у будь-яких родзинках невеликі кількості водорозчинних вітамінів.

Ванілін – ідентичний натуральному ароматизатору, підсилювачу смаку та аромату. Ванілін можна змішувати з цукром-пудрою або чистим цукром (ванільний цукор) і власне також застосовується для ароматизації виробів кондитерки. Ванілін: склад, калорійність та харчова цінність на 100 г продукту: вуглеводи 99,79%, білки 0,21 %; жири 0%;. Енергетична цінність: 56 ккал.

Шоколад – кондитерський виріб на основі масла какао, який виготовляється внаслідок переробки какао-бобів – насіння шоколадного дерева, багатого на теобромін і кофеїн. Виріб набув широкого поширення у всьому світі, ставши одним з найпопулярніших типів їжі, його смак часто застосовується в кулінарії. Шоколад входить до складу великої кількості продуктів, переважно десертних, таких як торти, пудинги, муси, шоколадні

тістечка та печива. Середній вміст жиру в 37 г шоколаду – 9 г (близько 55% загальної калорійності); у 30 г молочного шоколаду міститься близько 140 ккал. У дорогих сортах більше жиру. Основний алкалоїд у виробах з какао – теобромін. Отруєння людини цією речовиною при поїданні шоколаду практично виключено через його швидку метаболізацію в організмі людини.

Волоський горіх. Плоди волоського горіха мають велику кількість рослинних жирів - до 75% жирної олії, поліненасичені жирні кислоти, білки, кислоти органічного типу - ліноленова, пальмітинова, ліолева, олеїнова. Волоські горіхи містять аскорбінову кислоту, вітаміни групи В, каротин, йод, цинк та мідь, залізо та магній, олії ефірної групи, речовини дубильного типу. У горіховій м'якоті також міститься цінна і рідкісна фітонцидна речовина під назвою юглон.

Банан - плід трав'янистої однойменної рослини, яка росте в тропічному кліматі. У країнах помірної кліматичної зони банани використовуються як десерт і використовуються у сирому вигляді для приготування тортів, тістечок, цукерок, морозива, желе, мармеладу та інших солодких страв. У сирих бананах міститься 89 ккал. Це нежирний, але поживний продукт, оскільки у ньому відзначається підвищений вміст вуглеводів. Калорійність сушених бананів – 346 ккал на 100 г. На приготовленому банані 116 ккал на 100 р продукту. Калорійність бананового соку порівняно невисока – лише 48 ккал на 100 г. До складу бананів входить великий набір вітамінів (В1, В2, В3, В9, А, РР, С, Е), макроелементів та мікроелементів (кальцій, калій, натрій, магній, фосфор, мідь, залізо, цинк).

1.1.3. Огляд технологічного процесу виготовлення вівсяного печива

Процес виготовлення тіста для вівсяного печива складається з таких етапів:

- підготовка власне напівфабрикатів та сировини до виготовлення;
- підготовка тіста, після чого формування їх у формовані вироби;
- термічна обробка виробів;

- охолодження або вистигання, подальше фасування;
- пакування та звідправка або складування.

Вівсяне печиво виробляється з пшеничного та вівсяного борошна з додаванням іншої сировини. Замість тесту ведеться в тістомісильній машині періодичної дії. Сировина завантажується в наступній послідовності: жир, цукор-пісок, кориця, ванілін, родзинки, повидло чи виноградне сусло.

У отриману масу додають вівсяне борошно при неперервному вимішуванні, гарячу воду (температурою 70-90°C) (приблизно 80% від загальної маси по рецептурі) з розчиною в ній сіллю. Отримана суміш перемішується 15-30 хвилин після чого вноситься кількість води, що залишилася, пшеничне борошно, сода та інші компоненти.

Тісто для вівсяного печива відрізняється від інших видів тіста великим вмістом цукру. Велика кількість цукру обмежує набухання клейковинних білків борошна. Тому тісто має пухку і водночас в'язку консистенцію. Для замісу тесту можна використовувати машини різної конструкції (з-, z- і п-подібними лопатями). При використанні машини тісто надходить у вирву, захоплюється двома рифленими валками та нагнітається через шаблони з вирізом. Порції тіста відсікаються струмком і укладаються рівними рядами на трафарети, що підставляються.

При ручному формуванні тісто розкочується в пласт завтовшки 9-11 мм і штамнують тестові заготовки виїмкою діаметром 38 мм, укладають їх на листи для випічки.

Сировина, передбачена рецептурою, зважують і завантажують у місильну машину в наступній послідовності: жир (вершкове масло, маргарин), цукровий пісок або сироп інвертний, кориця, ванілін, родзинки, повидло або виноградне сусло. Суміш ретельно перемішується протягом 10 хвилин. До отриманої маси додають вівсяне борошно, гарячу воду з температурою близько 80°C (приблизно до 80% загальної її витрати) з розчиною в ній сіллю. Час перемішування суміші з вівсяним борошном та водою від 15 до 30 хвилин. Потім вносять решту води, борошно пшеничне,

соду та іншу сировину, що входить до рецептури. Заміс тесту триває до отримання однорідної маси протягом трохи більше 6 хвилин. Загальна кількість води на заміс тесту становить до 24% до маси борошна і може змінюватись в залежності від водопоглинальної здатності борошна та вологості тіста. Температура тесту становить від 24°C до 30°C, вологість до 19%.

Формування проводять за допомогою формувальних машин або вручну. При ручному формуванні тісто розкочують у пласт товщиною приблизно 10 мм і потім штампують круглою виїмкою діаметром 38 мм. Отримані заготовки укладають на випічки.

Випікання здійснюється на кондитерських печах тунельного типу безперервних, ротаційних, що обігріваються електрикою. Зазвичай для випікання використовують гладкий сталевий під. В результаті теплової обробки виробу набувають властивого їм смаку та аромату, кольору та структури. Внаслідок теплової обробки вологість заготовок з тіста за рахунок процесів випаровування вологи зменшується. Рекомендовані режими випічки від 180 до 270°C, тривалість від 3 до 25 хвилин. Тривалість і температура залежить від форми, розмірів виробів, вологості тіста, типу, що використовується для випікання печі, ступеня заповнення.

Деякі види виробів посипають цукром, подрібненим горіхом, наносять фруктову начинку, різні види глазури.

Після випікання вироби мають високу температуру та дуже м'яку структуру, тому можуть легко деформуватися. Для отримання виробами механічної міцності їх охолоджують поступово до температури 30°C на конвеєрі, що охолоджує, або на стелажних візках. Потім фасують на пакувальних автоматах горизонтальних або вертикальних, або укладають насипом або рядами на ребро у короби з гофрованого картону.

2. ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

2.1. Технологія виробництва вівсяного печива

Класичний: змішують жир (вершкове масло або маргарин), цукор-пісок, корицю, ванілін, родзинки, повидло чи виноградне сушло протягом 10-30 хвилин. При безперервному помішуванні в отриману масу вносять вівсяне борошно, воду, нагріту до температури 70-90°C (що становить 80% від загальної витрати при виробництві) з розчиненою в ній сіллю. Отриману суміш перемішують протягом 15-30 хвилин, після чого вносять залишок води, пшеничне борошно (крім борошна на обробку), соду та інші рецептурні компоненти.

Тісто розкочують у пласт завтовшки 9-11 мм і штампують тестові заготовки виїмкою діаметром 38 мм, укладають їх на листи для випічки. Випікають вівсяне печиво за температури 180–240 °С. Тривалість випічки – 8-13 хвилин.

З шоколадом: олію розтирають із цукром. Додають яйця, розпушувач, сіль. Додають вівсяні пластівці та борошно. Перемішують та охолоджують. Духовку розігрівають до 200 °С. Розрізають шоколад на дрібні шматочки. Деко застилають папером для випічки і змащують вершковим маслом. З тіста вологими руками скочують невеликі кульки, додаючи в них шматочки шоколаду. Кульки розкладають на пристойній відстані одна від одної, тому що печиво значно збільшиться у розмірах. Випікають близько 15-20 хвилин.

Вівсяне печиво з горіхами: пластівці висипають у миску, руками злегка перетирають, щоб частина подрібнилася майже на борошно. Яйце, м'яке масло та цукор збивають віночком. До пластівців підсипають борошно, сіль, розпушувач. Усі перемішують. З'єднують суху суміш з яечно-масляною сумішшю. Замішують тісто. Воно вийде м'якуватою, навіть липкою. Горіхи підсушують у духовці, подрібнюють. З'єднують горіхи та тісто. Залишають

на півгодини, щоб усі компоненти з'єдналися, і пластівці набрякли. Деко змащують маслом. З тіста формують кульки та злегка натискають на них. Щоб працювати з тестом було легко, руки можна змочити під холодною водою. Випікають вівсяне печиво за температури 180 °C 12–15 хвилин.

З родзинками: розм'якшене при кімнатній температурі масло збивають із цукром. Додають яйце, збивають. Додають борошно, вівсяні пластівці, родзинки (попередньо замочений у воді), розпушувач – все перемішують. Накривають плівкою і ставлять у холодильник на 20-30 хвилин. Деко для випічки збризкати водою, застелити пергаментним папером. З тіста формують кульки, надають форму коржика (руки можна змочити водою, щоб тісто не прилипало). Випікають 15-20 хвилин|мінути| при температурі 200 °C.

З бананом: банан розминають вилкою. У мисці поєднують банан, цукор, ванільний цукор, яйце і масло, добре перемішують. Окремо з'єднують сіль, розпушувач, вівсяні пластівці та борошно. Додають суху суміш до бананової суміші та ретельно перемішують. Ложкою викладають тісто на лист. Запікають печиво в попередньо нагрітій до 180 ° C духовці 15-18 хвилин.

В утворенні капілярнопористої структури печива головна роль належить білкам та крохмалю борошна. У процесі прогрівання тіста при температурі 50-70 ° C білки борошна денатуруються і коагулюють, звільняючи при цьому воду, поглинуту при набуханні, а крохмаль набухає і частково клейстеризується водою, що звільнилася.

Зневоднені та коагульовані білки клейковини та частково клейстеризований крохмаль утворюють пористий скелет, на поверхні якого у вигляді тонких плівок адсорбується жир.

Зволоження середовища пекарної камери сприяє утворенню тонкої скоринки в пізніший період завдяки конденсації пари на поверхні тіста. Утворення скоринки на поверхні тесту наприкінці II періоду випічки сприяє збільшенню обсягу тестових заготовок.

Зміна обсягу тістових заготовок відбувається в основному під впливом газоподібних продуктів, що утворюються в результаті розкладання хімічних розпушувачів або дріжджового бродіння та пари. Вуглекислий амоній, при температурі близько 60°C, розкладається з виділенням газоподібних речовин: аміаку та вуглекислоти. Двовуглекисла сода розкладається при дещо вищій температурі (80-90°C) з виділенням вуглекислоти.

При підвищенні температури заготовки зростає об'єм газоподібних продуктів, що утворюються, в результаті чого пори значно збільшуються в розмірах.

У розпушенні заготовки важливу роль грає пара, що утворюється у процесі випічки. Відзначено, що чим вище за інших рівних умов вологість заготовок, тим краще вони розпушуються.

У процесі випікання відбуваються хімічні зміни тесту. Так, спостерігається зменшення кількості нерозчинного крохмалю, що пояснюється частковим гідролізом його в процесі випікання та утворенням розчинного крохмалю та декстринів. Вміст декстринів у досліджуваних зразках печива настільки зросло, що в окремих випадках збільшення досягало 50% по відношенню до початкової кількості.

Кількість цукрів у печиві зменшується внаслідок часткового розкладання їх (карамелізації) під впливом високої температури. Інтенсивність фарбування скоринки борошняних кондитерських виробів обумовлена, по-перше, утворенням меланоїдинів і, по-друге, присутністю двовуглекислої соди, яка повідомляє виробів у процесі випікання жовтуватий колір.

За окремими видами білків спостерігаються значні кількісні зміни. Кількості альбуміну, глобуліну та гліадину зменшуються майже вдвічі. Вміст глютеніну в галетах зменшується втричі, а в цукровому та затяжному печиві глютенін зовсім не виявляється. Такі глибокі зміни, які зазнають окремі види білка, є результатом температурного впливу на них у процесі випічки.

2.2. Опис функціональної схема технологічного процесу

Борошно (рівень якого вимірюється аналоговим давачем рівня LE 1-1 і регулюється клапаном (1-4)) подається в бункер 1. Звідти воно (його витрата вимірюється аналоговим давачем витрати FE 2-1 і регулюється клапаном (2-4)) прямує в магнітний сепаратор 2 потім переходить в просіювач 3.

З просіювача 3 (який керується аналоговим сигналом (3-2), що виходять від контролера), борошно надходить у виробничі бункери 4.

Просіяне борошно (рівень якого вимірюється аналоговими датчиками рівня LE 4-3 та LE 4-7 і регулюються клапанами (4-6) і (4-10)) з виробничих бункерів 4 направляється в шнек 7 (який керується аналоговим сигналом (5-4), що виходить від контролера), потім дозатор муки 8, де вимірюється витрати борошна аналоговим датчиком витрати FE 5-1, і в тістомісильну машину 9.

У збивальну машину 5 (де регулюється швидкість обертання лопатей за допомогою аналогового датчика швидкості SE 7-1) подаються масло (витрата якого вимірюється аналоговим датчиком витрати FE 6-1 і регулюється клапаном (6-4)) з маслорізання 13; цукор (витрата якого вимірюється аналоговим датчиком витрати FE 8-1 та регулюється клапаном (8-4)) з бункера; вода (рівень якої вимірюється аналоговим датчиком рівня LE 9-1 та регулюється клапаном (9-4)) з водомірного бочка 6.

Зі збивальної машини 5 насосом (7-4) Кондитерська маса (витрата якої вимірюється аналоговим датчиком витрати FE 10-1 і регулюється клапаном (10-4)) направляється в тістомісильну машину 9.

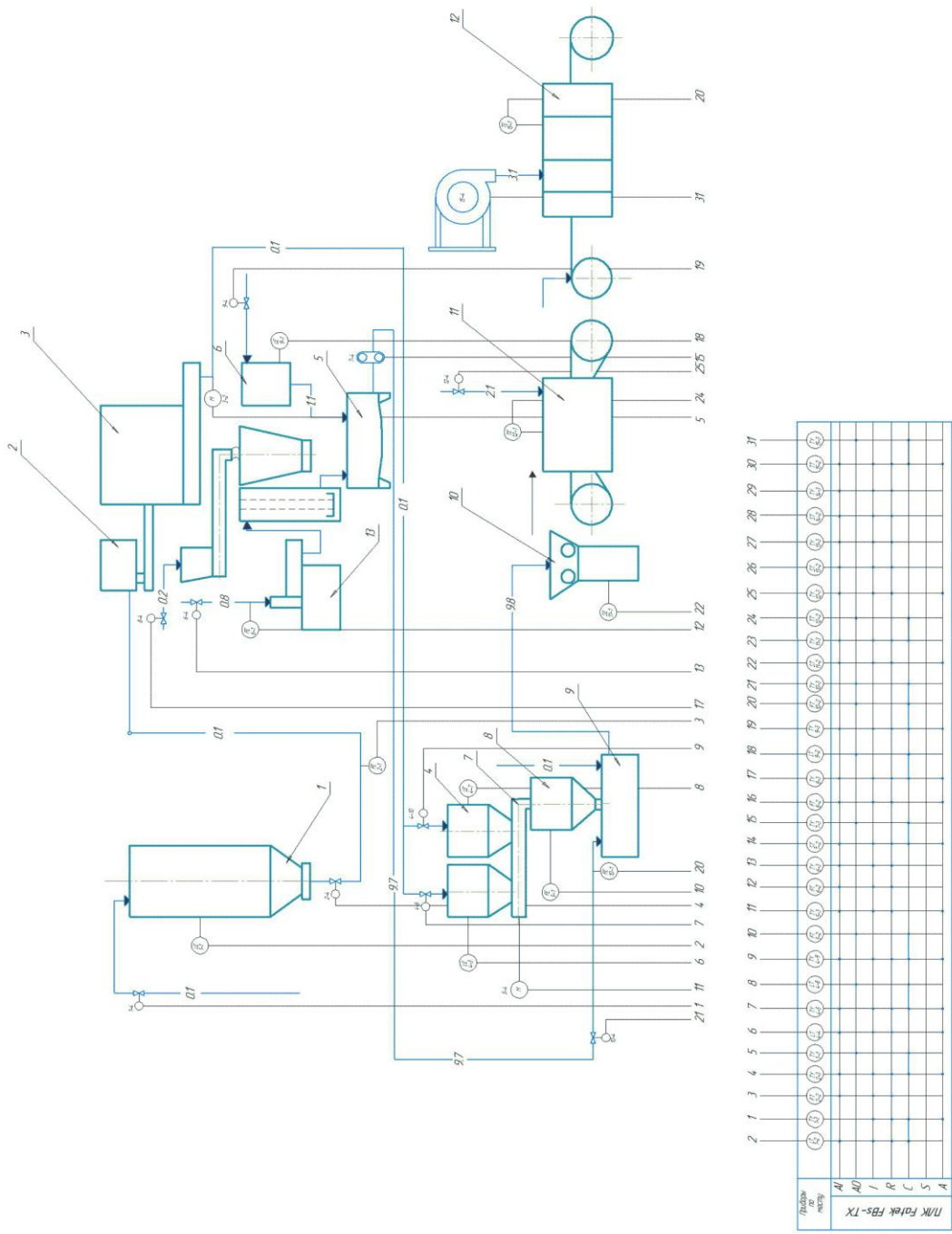


Рисунок 2.1 – Функціональна схема виробництва вівсяного печива

Кондитерське борошняне тісто з тістомісильної машини 9 завантажують у формуючу машину 10 (який управляється аналоговим сигналом (11-4), що виходить від контролера і в якому регулюється швидкість обертання лопатей за допомогою аналогового датчика швидкості SE 11-1). Звідти воно прямує в електричну піч 11 (де регулюється

температура за допомогою аналогового датчика температури 12-1), куди подається через клапан (12-4) пар. Піч має генератори (які керуються аналоговим сигналом (13-4), що виходять від контролера), де регулюється швидкість обертання за допомогою аналогового датчика швидкості SE 13-1.

Випечений виріб потрапляє в охолодний конвеєр 12 (який керується аналоговим сигналом (14-4), що виходить від контролера і в якому регулюється швидкість обертання за допомогою аналогового датчика швидкості SE 14-1).

В охолодний конвейер 12 (де регулюється температура за допомогою аналогового датчика температури TE 15-1) подається атмосферне повітря, яке йде через вентилятор (15-4).

2.3. Вибір засобів автоматизації

2.3.1. Вимірювання рівня

Для вимірювання рівня борошна в бункері 1 та у виробничих бункерах 4 використовується рівнемір DES-LOT-TAPE.

Лотовий рівнемір необхідний для вимірювання рівня сипких матеріалів у бункерах, ємностях, силосах, резервуарах та шахтах.



Рисунок 2.2 – рівнемір DES-LOT-TAPE

Переваги лотового рівнеміру:

- Максимальна відстань виміру 30м
- Контроль за зміною рівня будь-яких сипких матеріалів
- Точність вимірювання рівня 10см
- Просте меню російською мовою
- Стабільна робота незалежно від властивостей контролюваного

матеріалу:

- діелектрична проникність та електропровідність матеріалу
- пилоутворення
- схильність до налипання
- вологість матеріалу

Інтерфейси:

- струмовий вихід 4-20мА
- RS-485 MODBUS RTU
- Контроль обриву стрічки
- Контроль повернення вантажу у вихідне положення
- Алюмінієвий корпус з високим ступенем захисту IP66
- Вбудований механізм очищення стрічки від вимірюваного матеріалу

На відміну від тросового датчика не вимагає частого обслуговування та має більший ресурс

Принцип дії. Рівномір призначений для вертикальної установки. Чутливий вантаж опускається в ємність із контрольованим матеріалом. Вантаж закріплений на кінці стрічки, яка намотана на котушку із електромеханічним приводом.

У момент, коли вантаж досягає поверхні речовини, двигун датчика змінює напрямок обертання, піднімаючи вантаж і змотуючи стрічку на котушку і вантаж повертається у своє вихідне положення. По обертанню котушки вимірюється пройдена вантажем відстань. Отриманий результат вимірювання перетворюється на вихідний сигнал. Вихідний сигнал оновлюється після дотику чутливого вантажу до матеріалу, що зберігається.

Старт вимірювання проводиться від зовнішнього сигналу постійного струму 24В або по команді MODBUS або сигналу вбудованого таймера. Процес виміру контролюється за допомогою мікроконтролера. Глибина опускання чутливого вантажу порівнюється з висотою підйому вантажу. У разі виявлення невідповідності видається повідомлення. Це гарантує, що чутливий вантаж постійно знаходиться у верхньому положенні.

Датчик розділений на два герметичні ізольовані один від одного відсіки (відсік комутації та відсік котушки). У процесі вимірювання лише порожнину котушки безпосередньо з'єднана із внутрішньою порожниною ємності. У вихідному положенні чутливий вантаж закриває отвір між датчиком та ємністю.

Для вимірювання рівня води у водомірній бочці 6 використовуються поплавкові рівнеміри (будь-якої моделі).

Поплавковий рівнемір є промисловим вимірником, який використовується для визначення рівня рідини у нерухомій ємності або баку. Вимірювач відстежує положення поплавця, перетворюючи його позиційну зміну, викликане зменшенням або збільшенням рівня рідини, як сигналу 4-20 мА або релейного виходу пристрою.

Поплавкові рівнеміри мають ряд незаперечних переваг, включаючи придатність при експлуатації у важких умовах, здатність витримувати високий тиск, температуру та вібрацію. Легко читаються на великій відстані і можуть використовуватися як тривога в системі сигналізації. Вимагають незначного обслуговування та всі ремонтні роботи проводяться без порушення цілісності системи. Вони можуть бути налаштовані для роботи в екстремальних умовах.

Застосування. Приклади застосування поплавкових рівнемірів:

- Регулювання рівня рідин;
- Аварійна сигналізація низького або високого рівня рідини;
- Виявлення протікання;
- Захист від переповнення баків.

Галузі, в яких використовуються поплавкові рівнеміри:

- Сепаратори олія/вода;
- Обладнання для очищення стічних вод;
- Баки для дизельного палива або олії;
- Обладнання для контролю паливних систем;
- Обробка та зберігання у хімічній промисловості;
- Опалення, вентиляція та кондиціонування;
- Медичне обладнання;
- Морська промисловість;
- Важка будівельна техніка;
- Обладнання харчової промисловості.

Принцип роботи. Поплавковий рівнемір управляє механічним перемикачем (відкриває або закриває контакт) шляхом безпосереднього контакту, або роботою магнітного пристрою, яке плаває на поверхні вимірюваної рідини. З механічним приводом перемикання відбувається внаслідок руху поплавця навпроти перемикача. Поплавці можуть бути призначені для роботи в будь-якій рідині, якщо їх виробництві використовувалися матеріали з широкою хімічною сумісністю. Вони можуть мати кілька точок спрацьовування чи одну.

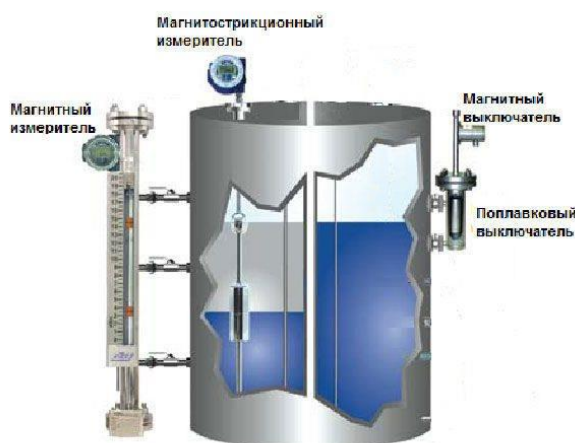


Рисунок 2.3 – схема та принцип роботи поплавкового рівнеміру

Деякі поплавкові перемикачі підходять для водойм і великих резервуарів, у той час як інші призначені для камер заввишки кілька

міліметрів. Матеріал та стандарти безпеки також є важливими факторами. Вибір рівнеміра залежить від фізичного розташування резервуара, доступних монтажної позиції, товщини стінок резервуара, і чи є доступ до внутрішньої частини бака.

Важливо також враховувати тип навантаження, що підключається, а також зовнішнє середовище. Вимкни

атель повинен бути розрахований на комутований струм навантаження. Наприклад, в резервуар для води може знадобитися простий пластиковий перемикач, складніший бак для нафтохімічного зберігання - де горючі гази, пари, пил - потрібно з нержавіючої сталі, вибухозахищений вимикач.

Нижче наведено принцип роботи одного з можливих варіантів виконання поплавкового рівнеміра.

Магнітні, механічні та байпасні рівнеміри

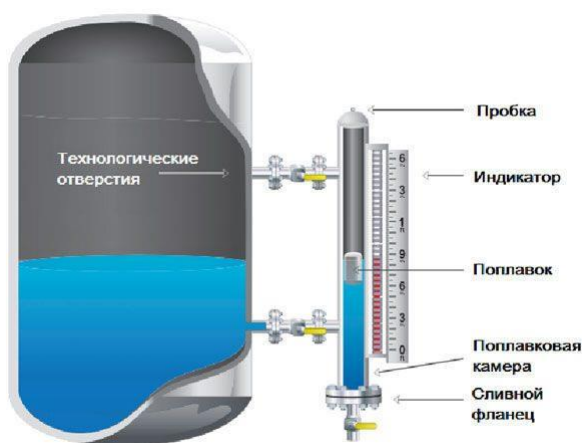


Рисунок 2.4 – схема та принцип роботи механічних та байпасних рівнемірів

Принцип роботи магнітних, механічних, байпасних та інших поплавкових рівнемірів полягає у спрацьовуванні релейного контакту через прямий зв'язок з вимикачем або через магнітний привід. З магнітним приводом перемикання відбувається за рахунок постійних магнітів, встановлених усередині поплавця, що піднімаються або падають до рівня спрацьовування. З механічним приводом поплавок перемикання відбувається внаслідок руху поплавця проти мікро-вимикача.

Рівномір складається з камери поплавця, поплавця і зовнішнього пристрою індикації або відображення. Камера поплавця з'єднана технологічними отворами з резервуаром або баком, в якому проводиться вимірювання рівня. Ці з'єднання зазвичай є два фланці: нижній і верхній.

Байпасні поплавкові рівнеміри мають індикаторну шкалу, яка кріпиться безпосередньо до камери поплавця. Вона показує поточний рівень рідини в масштабі основного бака, не маючи прямого зв'язку з рідиною, що вимірюється. Інтерфейс відображення дозволяє уникнути проблем із безбарвними рідинами. Також відпадає необхідність чищення резервуара та усунення витоків. Крім того, вони можуть бути оснащені додатковими пристроями в камері поплавця для сигналізації або управління. Ці пристрої можуть легко розміщуватися вгорі або внизу, не порушуючи процес вимірювання.

Поплавець рухається вгору та вниз усередині камери при зміні рівня середовища. Тип поплавця визначається характеристиками технологічної рідини: питома вага, тиск та температура. Поплавець повинен бути досить легким для підтримки плавучості і мати властивості, які дозволять йому витримувати необхідний тиск і температуру. Кожен поплавець розроблений для кожного конкретного застосування та зовнішньої індикації станів.

Усередині поплавця розташоване збирання з магнітів. Індикатор трубки та шкала вимірювання прикріплені до зовнішньої камери поплавця. Всередині прозорої, герметично запечатаної індикаторної трубки – злегка намагнічений покажчик. Цей покажчик намагнічується поплавцем і рухається вгору і вниз усередині індикаторної трубки, як тільки починає змінюватися рівень рідини, що вимірюється. Індикатор яскраво забарвлений та дозволяє оператору читати рівень на відстані до 30 метрів. Індикатор та поплавець є єдиними рухомими елементами у всьому пристрої.

Поплавковий рівнемір може бути спроектований таким чином, що екран захищає сам поплавець від турбулентності та вібрацій. Він добре працює у широкому діапазоні рідин, у тому числі агресивних середовищ.

При використанні органічних розчинників необхідно перевірити, що ці рідини є сумісними з матеріалами, що використовуються для виготовлення датчика. Поплавкові рівнеміри не повинні бути використані з рідинами, що мають високу в'язкість. Також до стрижня з поплавком можна додати датчик тиску та температури для контролю кількох параметрів рідини. Магнітні та механічні поплачкові рівнеміри популярні за рахунок простоти, надійності та низької вартості.

Магнітострикційні рівнеміри.

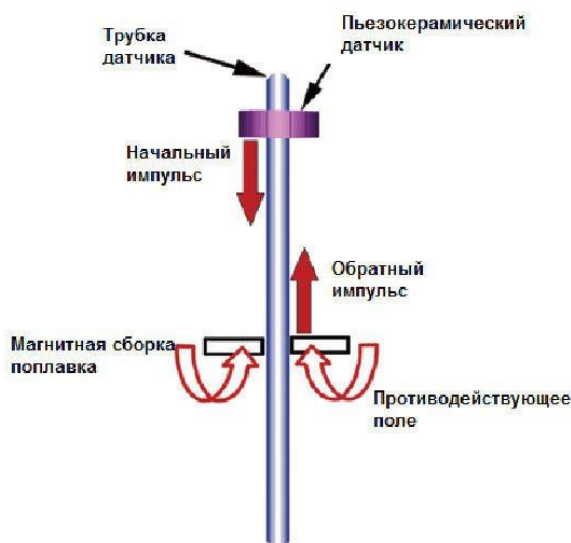


Рисунок 2.5 – схема та принцип роботи магнітострикційних рівнемірів.

Магнітострикційні вимірники рівня аналогічні магнітним і механічним у тому, що постійний магніт поміщають всередину поплавця, який переміщується вгору і вниз штока з герметизованого дроту. Ідеально підходить для високої точності, безперервного вимірювання рівня широкого спектру рідин у нерухомих та транспортних баках. Ці вимірники вимагають правильного вибору поплавця з урахуванням питомої ваги рідини. При виборі поплавця для магнітострикційних рівнемірів застосовуються ті ж принципи, що і для магнітних та механічних вимірювачів.

Трубка датчика з'єднується з п'єзокерамічним датчиком в трансмітері, який за допомогою пристрою прикріплений до протилежного кінця трубки

датчика. Трубка або проходить через отвір у центрі поплавця або примикає до поплавця за межами немагнітної камери поплавця.

Щоб знайти поплавець, передавач посилає короткий імпульс струму трубкою датчика, збуджуючи магнітне поле вздовж всієї його довжини. Одночасно вмикається схема синхронізації. Поле одночасно взаємодіє з полем, створюваним магнітом у поплавці. Загальний ефект у тому, що протягом короткого часу поки струм тече, в трубці створюється поле, що протидіє. Це поле відображає імпульс назад до п'єзокерамічного датчика з аналогічною швидкістю. Коли датчик виявляє зворотний імпульс, він виробляє електричний сигнал.

той повідомляє схему, що хвиля прибула, і зупиняє таймер. Схема синхронізації вимірює інтервал часу між початком імпульсу струму та прибуттям хвилі. З цієї інформації обчислюється точне розташування поплавця.

Через високу точність вимірювання можливі застосування даних пристроїв у комерційних цілях.

Більшість поплавкових рівнів мають релейний вихід спрацьовування при досягненні встановленого рівня рідини. Є два варіанти конфігурації комутатора: нормально відкритий (NO) та нормально закритий (NC). Комутатори підбираються за типом напруги, що підключається, і максимальному струму навантаження.

Рівнеміри з аналоговим виходом можуть бути налаштовані як 4-20 мА або 0-5В. Вихід змінює своє значення пропорційно до зміни рівня рідини. Аналоговий вихід може використовуватися в ланцюгах сигналізації та контролю.

Переваги поплавкових рівнемірів

- Міцна конструкція для найважчих промислових застосувань. Ці пристрої застосовують для роботи при високій температурі, високому тиску, високій вібрації та багатьох інших умовах.

- Легка заміна прозорого скла відображення рівня.

- Легко відстежувати стан на великій відстані.
- Оснащення додатковими вимикачами для контролю та сигналізації.
- Калібрування та технічне обслуговування пристрою та перемикачів можуть бути зроблені без порушення процесу, оскільки вони встановлені на поплавковій камері – зовнішній по відношенню до процесу.
- Немає необхідності в трубопроводі для зміни рівня рівня.
- Можливість встановлення у важких умовах експлуатації.
- Безвідмовна робота у екстремальних застосуваннях.

Поплавкові рівнеміри можуть широко використовуватися в екстремальних умовах. Вони також можуть бути використані для роботи з такими середовищами як, піни, рідини та масло, вода.

2.3.2. Вимірювання витрати

Для вимірювання витрати цукру з виробничого бункера в збивальну машину 5 і муки в дозаторі 8, використовується витратомір SolidFlow – прилад для вимірювання масової витрати сипких речовин до 20 т/год.



Рисунок 2.6 – Витратомір SolidFlow

Призначення. SolidFlow витратомір, розроблений спеціально для вимірювання витрати маси сипких матеріалів, що транспортуються металевими пневмотрубопроводами. Врізна конструкція призначена для встановлення у продуктопроводах діаметром менше 600 мм.

SolidFlow успішно пройшов випробування при вимірюваннях витрати маси: речовин, що транспортуються продуктопроводами, матеріалів у вільному падінні з конвеєрних систем, різних порошків, гранулятів та пилу з гранулометричним складом від 1 нанометра до 1 сантиметра.

Витратомір виготовляється із зносостійких матеріалів, інсталяція та налаштування проста та доступна.

Принцип роботи. Витратомір використовує у своїй роботі новітні технології мікрохвильових досягнень та застосовується для використання виключно у транспортних системах металевого типу.

Перетворення витрати маси створюється за рахунок взаємодії мікрохвильового поля з аналізованим матеріалом, який транспортується, і трубопроводними стінками.

Енергія цього поля приймається сенсором приладу внаслідок того, що відбивається від частинок контрольованого матеріалу. Отриманий сигнал проходить обробку вбудованою електронікою по фазі, амплітуді та частоті.

Блок обробки працює в режимі лічильника, підраховуючи кількість частинок, що рухаються в одиницю часу. Застосування частотної селекції відбитого сигналу, підраховуються тільки частинки, що рухаються, а відбитий сигнал від нерухомих відкладень і стінок пригнічується. Амплітуда та частота відбитого сигналу не залежить від температури та тиску в продуктопроводі.

Інсталяція та калібрування перетворювача витрати проводиться безпосередньо на місці установки натисканням кнопки та введенням заздалегідь відміреної калібрувальної дози.

Практичні приклади застосування.

Технологічні процеси із пропорційним дозуванням. Інгредієнти по черзі насипаються в бункер, встановлений на ваги шарами, подібно до сендвіча. При необхідності дозування малих доз складових інгредієнтів точність ваг виявляється недостатньою. Це призводить до відсутності повторюваності технологічного процесу та зниження якості продукції. До того ж відсутня можливість одночасного подання всіх інгредієнтів, що значно збільшує тривалість процесу дозування і як наслідок процесу перемішування, збільшуючи енерговитрати.

Системи упорскування палива. Для забезпечення найкращого згорання, що супроводжується найбільшим тепловідділенням та мінімальним рівнем шкідливих викидів, потрібен постійний контроль палива, що надходить різними трубопроводами.

Облік витрати матеріалу. Витрата речовини, що надходить із силосу в сепаратор, непостійний у часі.

Вимірювання вільно падаючої витрати речовини Дозування сульфату заліза визначається шляхом завішування порції, що знаходиться на конвеєрі. Потрібна точність 0,2% не витримується, тому що матеріал подається з бункера нерівномірно.

Дозування наповнювача з полістиролу. Кулі полістиролу додаються в міксер як наповнювач у товарний бетон. Необхідна кількість відмірюється кошиком з відомим обсягом.

Приготування сумішей. Терези для пропорційного змішування мають велику похибку і можуть використовуватися тільки в дискретному режимі.

Переваги:

Дозволяє досягти точного співвідношення інгредієнтів, високої відтворюваності складу суміші, скорочення тривалості процесу дозування.

Визначається витрата палива в кожному із трубопроводів, що дозволяє регулювати склад паливної суміші для оптимального згорання та підвищення екологічності.

Незважаючи на флуктуацію швидкості подачі, масовий потік матеріалу буде виміряно та задокументовано. При необхідності можна передбачити регулювання потоку. Вимірюючи значення потоку великих частинок, можна робити висновок якості помелу матеріалу, що надходить з сепаратора.

Для вимірювання витрати масла в маслорізці 13, використовується портативний витратомір Dynasonic UFX – це ультразвуковий витратомір рідини, призначений для вимірювання швидкості потоку рідких середовищ у повністю заповнених трубах круглого перерізу діаметром від 6 мм і вище без безпосереднього контакту з середовищем.



Рисунок 2.7 – витратомір Dynasonic UFX

З витратоміром Dynasonic UFX використовується ручний безконтактний ультразвуковий датчик, який розміщують зовні труби, накладаючи його на зовнішню поверхню. Пристрій працює на металевих та пластикових трубах. При цьому концентрація завислих частинок у потоці рідини повинна бути не менше 100 ppm при розмірах суспензії та захоплених газових включень близько 100 мкм. Достатньо великий чотирирозрядний дисплей дає стабільні показання швидкості потоку у вибраних одиницях виміру вже через кілька секунд після початку виміру.

Для труб діаметром 25 мм і вище, додатковий ультразвуковий датчик сертифікований під вимоги CE. Живлення приладу автономне від пальчикових (літієвих) батарей.

Прилад також може використовуватися для нетрадиційних застосувань: контроль потоку паперової маси, бетонних сумішей, первинного відстою, активного мулу та середовища драгування.

Застосування. Витратомір Dynasonic UFX дозволяє проводити вимірювання на більшості рідких середовищ. Області застосування витратомірів серії UFX:

у системах водопідготовки та водовідведення, очищення стічних вод;

у хімічній промисловості;
у нафтохімічній промисловості;
у фармацевтичній промисловості;
у харчовій промисловості.

Переваги та переваги:

Можна виділити цілу низку корисних експлуатаційних якостей портативних витратомірів Dynasonic UFX:

широкий діапазон рідких середовищ, що вимірюються;
порівняно висока точність аналізу швидкості потоку;
автономне живлення, компактність, мала вага, низькі витрати на обслуговування;

відсутність необхідності у врізанні у трубопроводи, виробництво вимірювань без зупинки технологічного процесу;

можливість визначення витрати плинних середовищ при різних нетрадиційних застосуваннях: рідкий бетон, підводний ґрунт, відпрацьований мул, первинний шлам;

додатковий сертифікований РС датчик для труб розміром від 1 дюйма та вище.

Короткі технічні характеристики:

Діапазон вимірювання витрати: 0,1...9,0 м/сек;

Похибка виміру: ± 2 % від повної шкали;

Автономне батарейне живлення, що забезпечує до 30 годин безперервної роботи;

Накладний монтаж.

Принцип роботи. Прилади цього типу засновані на вимірі ефекту, що виникає при передачі акустичних коливань через потік продукту (акустичні витратоміри рідини). Найбільшого поширення нині отримали прилади, використовують переміщення УЗ-коливань рухомим потоком.

Для більших діаметрів труб зазвичай використовуються т.зв. ультразвукові накладні витратоміри рідини, у складі яких використовується приймач + передавач сигналу, що монтуються на трубопровід зовні.

Для вимірювання кондитерської маси в тістомісильній машині 9, використовується електромагнітний витратомір ModMag M2000. Розроблений для вимірювання витрат рідин у промисловості та підходить для труб типорозміром DN6...DN2000. ModMag 2000 відповідає строгим стандартам якості та легко вбудовується у промислові АСУ. Прилад внесений до Російського реєстру засобів вимірювань № 69354-17. Це дає можливість використовувати його для комерційного обліку.



Рисунок 2.8 – електромагнітний витратомір ModMag M2000.

ModMag M2000 – електромагнітний витратомір із найбільшим вибором типорозмірів у своїй серії. Модель призначена для роботи як на малих, так і великих (до 54") трубопроводах. Точність вимірювання витрати підвищена до $\pm 0,25\%$.

Щодо інтеграції в промислові АСУ прилад також покращено. Крім аналогового, імпульсного та частотного виходу, доступні цифрові входи та виходи, а також інтерфейси RS232/RS485, HART та Profibus DP. В основі лежить 32-бітний цифровий процесор.

Переваги та переваги:

Широкий діапазон витрати, робота в трубопроводах діаметром від 1/4" до 54" (6...1350 мм)

Імпульсне DC магнітне поле для стабілізації нульової точки

Вбудований та віддалений перетворювач сигналу

Просте налаштування + енергонезалежна пам'ять

32-бітний цифровий процесор

Функціональність:

Аналоговий, частотний та імпульсний виходи

Підтримка промислових інтерфейсів та протоколів RS232/RS422, RS485
Modbus RTU, HART, Profibus DP

Програмовані сигнали тривоги

Детектор порожньої труби

Вимірювання одно- та двонаправленого потоку

Тоталізатор втрат потужності

Корозійна стійкість, рівень захисту IP66/IP67

Висока точність ($\pm 0,25\%$)

Застосовність. Типові завдання для ModMag M2000:

Високоточний ($\pm 0,25\%$) вимірювання витрат рідких продуктів в одно та двонаправлених потоках рідини на трубопроводах

Будівельна промисловість та автоматизація

Системи вентиляції та кондиціонування

Водопідготовка, водопостачання (+ стічні води)

Іригаційні установки

Харчова промисловість

Хімічна та фармацевтична промисловість

Короткі технічні характеристики:

Живлення: 85...265В AC (50/60 Гц), опціонально 10...36В DC

Відображення: LCD-дисплей; 4 рядки, 20 символів

Точність: $\pm 0,25\%$

Провідність: мінімум 5 мкСм/см

Типорозміри (Ду): 1/4" ...54"

Швидкість потоку: 0,03...12 м/с

Температура процесу: -40...+150°C

Температура навколишнього середовища: -20...+60°C

Тиск: 40 бар

Виходи:

RS232, RS422, RS485 Modbus RTU, Profibus DP, M-Bus, HART

Аналоговий 0/4...20 мА, 0/2...10 мА

Цифровий (до 4х всього), 24В DC активне джерело; відкритий колектор 30В DC; АС твердотільне реле (до 2)

100...10,000 Гц 20 мА, опціонально активний)

Частотний (відкритий колектор, до 10 кГц; твердотільне реле)

Сигнали тривоги

Входи:

Цифровий: макс. 30В DC, програмований

Рівень захисту: IP66 або IP67

Принцип дії. Витратомір має трубу, виконану з непровідного матеріалу, зовні якої один навпроти одного знаходяться дві електромагнітні котушки. Ці котушки запитуються постійною напругою для створення магнітного поля по всьому діаметрі труби. Перпендикулярно котушкам у трубу вставлено два електроди.

У міру проходження рідини через магнітне поле індукується напруга, пропорційна середній швидкості потоку. Ця напруга вимірюється двома електродами, а потім посилюється електронікою приладу та перетворюється на цифрові сигнали.

Вимірювальний перетворювач включає трубу з фланцем, ізолюючий вкладиш і вимірювальні електроди. Підсилювач являє собою електронний блок, відповідальний за обробку сигналу, розрахунок потоку, візуалізацію та формування вихідних сигналів.

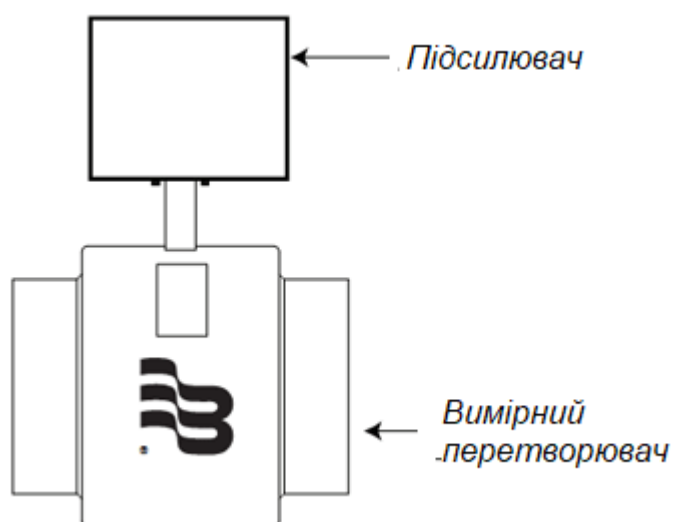


Рисунок 2.9 – структура витратоміра

2.3.3. Вимірювання температури

Для вимірювання температури електropечі 11, використовується інфрачервоний датчик температури TW2000, який призначений для безконтактного контролю температури різних об'єктів. Надійна оптика та зручний корпус забезпечують простоту вимірювання температури інфрачервоними датчиками TW2000 із високою точністю.



Рисунок 2.10 – датчик температури TW2000

Переваги моделі датчиків температури серії TW2000:

Інфрачервоні датчики із серії TW2000 мають ряд особливостей, що забезпечують багато переваг перед іншими видами пристроїв температурного контролю:

вимірювання температури до 1000oC з кроком у пів градуса,

дисплей для відображення результатів вимірювання,
вбудований захист від помилок при підключенні, коротких замикань та струмових перевантажень,

високий ступінь захисту від зовнішніх забруднень та води,
покриття антивідблиску лінзи.

Додаткові плюси надає сталевий різьбовий корпус, що дозволяє просто вбудовувати датчик у робоче обладнання. Матеріали датчика дозволяють впроваджувати їх у технологічні процеси в небезпечних або критичних умовах.

Завдяки перевагам, датчик ідеально підходить для використання з об'єктами, важкодоступними для контактних способів контролю.

Можливості застосування:

Інфрачервоні датчики серії TW2000 застосовуються для замірів температури різних матеріалів:

рідини,

дерево та паперові матеріали,

скло та кераміка,

пластикові матеріали,

гумові вироби,

асфальт,

лакофарбові матеріали,

метали та вироби з металевим покриттям,

тестові вироби,

тканини.

Завдяки цьому датчики можуть застосовуватися у багатьох галузях, включаючи металургію, виробництво продуктів харчування, легку промисловість та багато інших.

Показники роботи. Завдяки універсальним технічним характеристикам датчики TW2000 з інфрачервоним вимірюванням температури підійдуть для

роботи в більшості сучасних виробництв. Найважливішими при виборі пристрою будуть робочі параметри:

діапазон вимірюваної температури – 0...999,5 °C

дистанція вимірювання – до 5 метрів

різьбовий корпус розміром M30x1,5

робоча напруга - DC 18 ... 32В

виходи — два виходи: 4-20мА та NO/NC програмований

ступінь захисту - IP65

Принцип дії. Для визначення температури об'єкта датчик вимірює рівень електромагнітного теплового випромінювання, що походить від об'єкта контролю. Залежно від нагрівання об'єкта це випромінювання може бути в інфрачервоному діапазоні або у видимому спектрі на дуже високих температурах. Дистанційний датчик температури фіксує рівень випромінювання та перетворює його у вихідний сигнал. Вимірювання температури за рівнем

ню випромінювання дозволяє проводити виміри в широких межах: від 0 °C до +999,5 °C.

Для забезпечення високої точності вимірювання необхідно підбирати різні моделі датчика для роботи в конкретних умовах, виходячи з можливостей датчика та характеристик об'єкта, що контролюється.

Інфрачервоні датчики температури TW2000 працюють за загальним принципом інфрачервоних вимірювачів. Для замірів температури інфрачервоний датчик TW2000 вимірює рівень електромагнітної енергії, що випромінюється контрольованим об'єктом.

Рівень енергії залежить від температури об'єкта контролю. Випромінювання енергії відбувається в інфрачервоному діапазоні при невисоких температурах і перетворюється на видимий спектр при температурах понад тисячу градусів Цельсія. Датчик TW2000 за допомогою вбудованої оптики вимірює рівень випромінювання, що походить від об'єкта, і відображає отримане значення на вбудованому дисплеї. Результат виміру

перетворюється на вихідний сигнал, що передається на робоче обладнання для підтримки виробничих процесів.

Залежно від матеріалу поверхні необхідно вносити поправочні коефіцієнти збільшення точності вимірювання і зменшення похибки. Також слід уникати пилової завіси на шляху вимірювання та конденсації вологи на лінзі датчика.

Оскільки дистанційні вимірювачі температури є інфрачервоними датчиками, для роботи з різними видами матеріалів необхідно проводити налаштування датчика. Це з теплопровідністю кожного конкретного виду об'єкта. Виходячи з цих особливостей, в роботу мають бути внесені коефіцієнти поправки. Точність результатів датчика залежить від правильного вибору конкретної моделі для роботи, а також ретельного підходу до налаштування обладнання перед роботою.

Для вимірювання та регулювання температури в охолодному конвеєрі 12 використовується індикатор температури OM 47RTD Orbit Merret, який призначений для контролю контролю рівня температури робочого процесу, що вимірюється за допомогою термометрів опору. Пристрої серії OM 47RTD не мають виходів керування та застосовуються лише як термометри-індикатори.



Рисунок 2.11 – індикатор температури OM 47RTD Orbit Merret

Переваги. Технічні особливості індикаторів температури серії OM 47RTD забезпечують приладам ряд додаткових можливостей та переваг перед аналогами:

висока точність вимірювання,

стабільна робота протягом усього терміну служби,

висока швидкість отримання результатів,
яскравий дисплей для виведення результатів,
можливість налаштування та керування приладом за допомогою перемикачів на корпусі,

робота з різними типами термометрів опору,
вибір моделі з відповідним типом джерела живлення,
універсальні розміри корпусу.

Можливості застосування. Основне застосування індикаторів температури OM47RTD – візуалізація поточної величини контрольованої температури. Особливості дисплея та можливість підключення різних термодатчиків дозволяють вимірювати та візуалізувати широкий діапазон температур. Завдяки цьому індикатори OM 47RTD підійдуть для різноманітних галузей промислового виробництва:

видобуток та переробка нафти, газу, рудних копалин,
металургійна галузь,
сільське господарство та аграрна промисловість,
виробництво продуктів харчування,
хімічна галузь та багато інших.

Основні технічні характеристики. Технічні характеристики індикаторів температури OM 47RTD підійдуть для роботи в рамках різноманітних технологічних процесів:

вхід для різних термометрів опору,
вибір 2-, 3- або 4-провідної схеми підключення,
роздільна здатність до 0,1 оС,
точність у межах $\pm 0,2\%$,
до 10 вимірювань за секунду,
5 варіантів джерел живлення,
розмір корпусу 96x48мм,
гарантійний термін експлуатації 10 років.

Принцип роботи. Індикатори температури за своїм принципом відповідають принципу роботи цифрового термометра із зовнішнім датчиком температури, що підключається.

Датчик вимірює поточний рівень температури контролю та передає сигнал на індикатор. Отримана інформація перетворюється на цифрове значення та виводиться на світлодіодний дисплей індикатора. Дані оновлюються зі швидкістю, заданою під час налаштування приладу.

За допомогою перемикачів та тримерів на корпусі температурного індикатора OM 47RTD встановлюється десяткова точка та виставляється яскравість дисплея.

2.4. Вимірювання швидкості

Для вимірювання та регулювання швидкості в збивальній машині 5, що формує машині 10, електричної печі 11 і охолодному конвеєрі 12, використовується індуктивний датчик швидкості VSP-DD-3000M, який призначений для використання в якості чутливого елемента пристроїв контролю швидкості норій, стрічкових транспортерів та інших механізмів де потрібно контролювати частоту обертання або лінійну швидкість рухомих частин.



Рисунок 2.12 – датчик швидкості VSP-DD-3000M

Датчик є електронним пристроєм, що реагує на проходження предмета з магнітного матеріалу (наприклад, сталі) поблизу чутливої поверхні датчика. У цьому випадку датчик формує імпульс низького рівня на своєму виході та індикуює спрацьовування світлодіодним індикатором.

Корпус датчика виготовлений з МСП – сополімер стиролу ГОСТ 12271-76, дозволеного МОЗ СРСР (№ 123-12/319-7 від 21.02.80) для застосування в устаткуванні для харчової промисловості. Датчик має ступінь захисту оболонки IP66 за ГОСТ 14254 і може встановлюватися у приміщеннях класу В-Па згідно гл. 7.3 ПУЕ.

Конструктивно датчик оформлений у вигляді плоского циліндра, що має кільцевий виріз з боку чутливої поверхні для ущільнюючих прокладок та жорсткої фіксації кріплення. Електронний блок, розміщений усередині корпусу, залитий компаундом. На бічній поверхні корпусу розміщено світлодіодний індикатор. Для підключення до джерела живлення та виконавчих пристроїв датчик має трижильний з'єднувальний кабель.

2.5. Електродвигун

Для роботи збивальної, тістомісильної та формуючої машини 5, 9 та 10, електропечі 11 та конвеєрної лінії 12, використовуються трифазні асинхронні двигуни INNOVARI TRIF56M.



Рисунок 2.13 – трифазний асинхронний двигун INNOVARI TRIF56M

Електродвигуни призначені для живлення від трифазної мережі напруги 230/400 В, 50 Гц, та тривалого (S1) режиму роботи при класі нагрівальності ізоляції F (фактична температура до 155 °С). Клас захисту корпусу IP55 – пиловологозахищений.

Конструктивно електродвигуни виконані у варіантах фланцевого приєднання типів В5 та В14. Для останнього варіанту передбачається 8 отворів кріплення, щоб виключити приєднання до редуктора з кутом повороту. Обмотка статора різних виконань двигунів може бути 2-х, 4-х і 6 полюсної, із синхронними швидкостями відповідно 3000/1500/1000 об/хв.

Серія адаптована до роботи з перетворювачами частоти. Для виключення протікання паразитних струмів через вал та станину двигуна вал ротора встановлюється на ізольованих підшипниках.

Технічні характеристики:

- Напруга живлення 230/400 В, частота 50 Гц
- Клас ізоляції F (155°C)
- Режим роботи S1 (тривалий)
- Клас захисту IP55 (пиловологозахисний)
- Виконання фланця B5/B14 (для версії B14 – 8 отворів)
- Ізольовані підшипники
- Ударостійкий кожух із оцинкованої сталі
- Струми холостого ходу 50% від номінальних значень

Застосування. В основному трифазні асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором INNOVARI призначені для застосування у промислових електричних приводах малої та середньої потужності.

Відносна дешевизна та надійність двигунів з короткозамкненим ротором забезпечують дуже широкий спектр застосування: пристрої промислової автоматики, маніпулятори, електроінструмент, верстати та обробні центри, транспортувальні пристрої та конвеєри, вентилятори, насоси, компресори тощо. Привабливі сторони застосування трифазних асинхронних двигунів INNOVARI:

- висока якість виготовлення та надійність в експлуатації;
- зручний електричний монтаж у клемній коробці;
- зручне приєднання до редуктора;
- двигуни оптимізовані для роботи з перетворювачем частоти;
- можливість встановлення штатних комплектів незалежної вентиляції.

Принцип роботи. До складу магнітної системи трифазного асинхронного електродвигуна входять осердя статора та ротора, що виконуються з листів електротехнічної сталі. Сердечник статора фіксується у станині двигуна, що нерухомо закріплюється на фундаменті. Сердечник ротора насаджується на вал двигуна, кінці якого спираються на підшипники, що у станині. У пазах статора розміщується трифазна багатополюсна

обмотка, що живиться від трифазного джерела напруги. У пазах ротора розташовується короткозамкнута обмотка типу біличної клітини. Між статором та ротором є невеликий повітряний зазор.

Трифазна обмотка статора створює в повітряному зазорі магнітне поле, що обертається, швидкість обертання якого прийнято називати синхронною. Магнітний потік, що обертається, перетинаючи витки обмотки ротора, індукуює в ній електрорушійну силу і електричний струм, частота і величина якого залежить від різниці швидкостей - синхронної та механічної швидкості обертання ротора. В результаті взаємодії струму ротора з магнітним потоком у зазорі між ротором і статором, виникає електромагнітний момент, що змушує ротор обертатися і приводити в рух навантаження двигуна – трансмісію та робочий механізм. При цьому швидкість обертання ротора завжди залишається меншою за синхронну, оскільки при досягненні ротором синхронної швидкості в його обмотці припиняється індукування ЕРС і припиняється протікання струму. Зникає електромагнітний крутний момент.

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Опис мнемохеми для контролю процесу випікання печива.

В якості контролюючого контролера обираємо контролер Fatex Fbs-Тх. Структурна схема приведена на рис. 3.1.

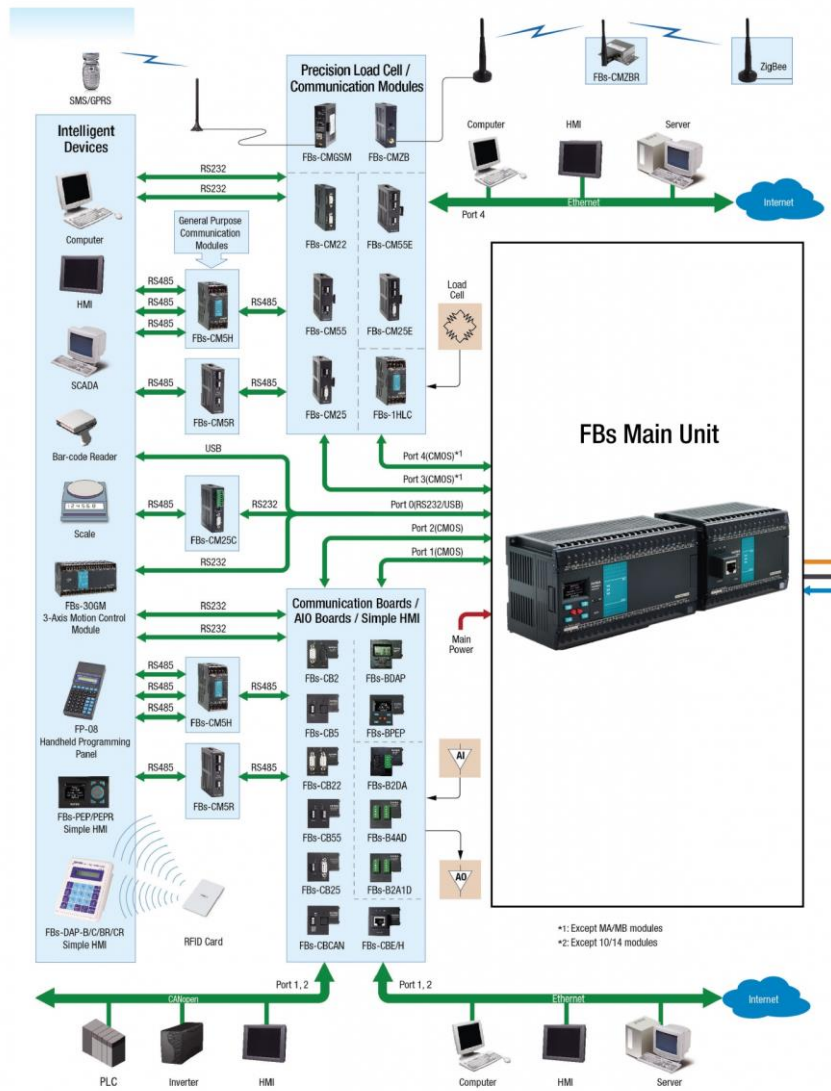


Рисунок 3.1 – Структурна схема обраного контролера

Приклад мнемосхеми у вікні оператора приведено на рис. 3.2, а управління випічкою на рис. 3.3.



Рисунок 3.2 – мнемосхема головного вікна САКАДА системи

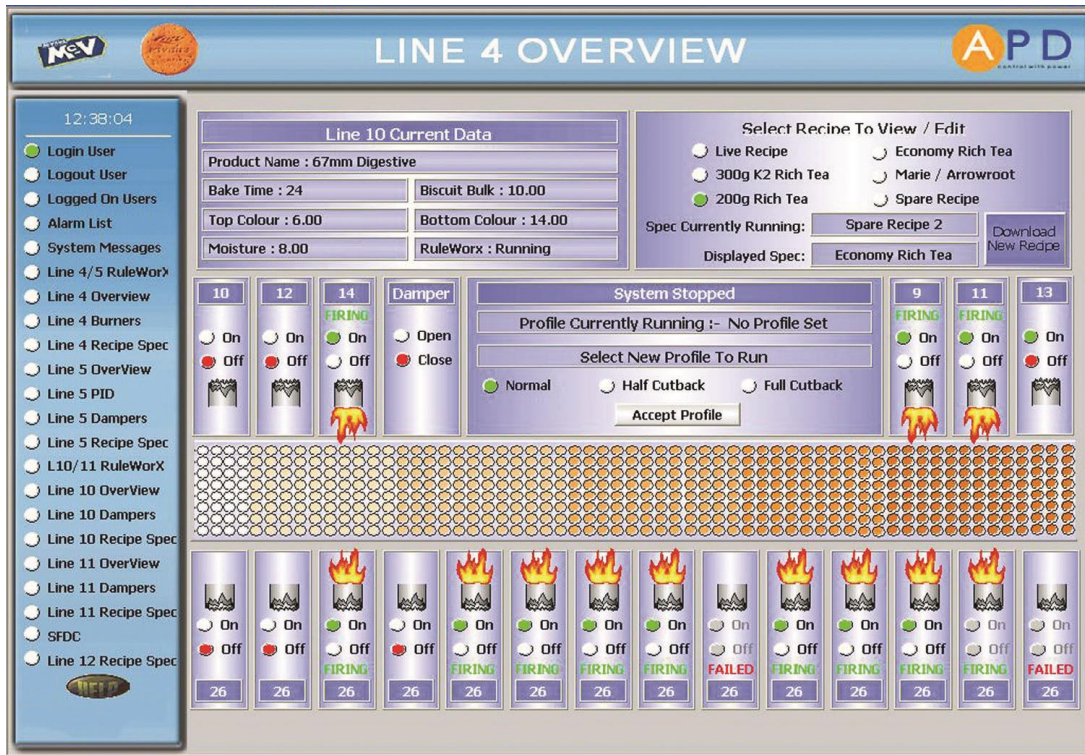


Рисунок 3.3 – мнемосхема процесу контролю процесу випікання

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Організація охорони праці при роботі з системою управління

Охорона праці розглядає проблеми забезпечення здорових і безпечних умов праці. Виявляє і вивчає можливі причини нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж і розробляє систему заходів і вимог з метою виключення цих причин і створення безпечних і сприятливих для людини умов праці.

Завдання охорони праці є зведення до мінімуму імовірності пошкодження або захворювання працівників з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

Навчання працівників безпеці праці проводять відповідно до вимог, які встановлюють порядок і види навчання. На всіх підприємствах і в організаціях незалежно від характеру і ступеню небезпеки виробництва навчання працівників проводять при підготовці нових робітників, проведенні різноманітних видів інструктажів і підвищенні кваліфікації.

Контроль за своєчасним і якісним навчанням виконує відділ охорони праці чи інженер з охорони праці, або ІТП, на якого наказом керівника підприємства покладено ці обов'язки. Ті, що вперше поступають на роботу, навчання проходять згідно з "Типовим положенням про підготовку і підвищення кваліфікації робітників". В журналі обліку навчальної роботи реєструють навчальну тему, за якою проводилось навчання.

Інструктаж працюючих поділяють на вступний, початковий, на робочому місці, повторний, позаплановий і початковий.

Вступний інструктаж з усіма, хто поступає на роботу незалежно від їх освіти і стажу роботи по даній професії, проводить інженер з охорони праці за програмою, затвердженою головним інженером підприємства, про

проведення вступного інструктажу з обов'язковим підписом того, хто проводив інструктаж і того, хто його отримував.

Початковий інструктаж на робочому місці, повторний, позаплановий і поточний проводить керівник робіт.

Початковий інструктаж на робочому місці проводять при прийомі на роботу нових робітників за інструкцією з охорони праці, розробленою для окремих професій або видів робіт. Всі робітники після цього інструктажу і перевірки знань 2-5 змін (залежно від навичок і стажу роботи) працюють під наглядом бригадира чи майстра, потім оформляється допуск до їх самостійної праці.

Повторний інструктаж проходять всі працівники незалежно від кваліфікації, освіти і стажу роботи через три місяці. Його проводять з метою перевірки знання робітниками правил і норм з охорони праці.

Позаплановий інструктаж проводять коли змінилися правила охорони праці або технологічний процес, обладнання, інструмент та інші фактори, що впливають на безпеку праці; коли працівники порушують правила охорони праці, що можуть призвести чи призвели до травм, аварій чи пожежі, вибуху. Його проводять індивідуально чи з групою робітників однієї професії за програмою початкового інструктажу на робочому місці. При його реєстрації вказують причину, яка спричинила його проведення.

Умови праці мають велике значення практично для всіх виробничих показників - продуктивності праці, якості робіт, безпеки працівників та інше.

Санітарно-гігієнічні умови праці характеризуються показниками виробничого середовища - рівнем освітлення, мікрокліматичними параметрами, загазованістю і запиленістю повітряного середовища, рівнем шуму і вібрації, наявністю іонізуючого випромінювання та інше.

4.2 Електробезпека

Електричні установки, з якими доводиться мати справу практично всім працюючим по встановленню та налагодженню засобів автоматизації, виявляють для людини велику потенційну небезпеку, яка збільшується у зв'язку з тим, що органи чуття людини не можуть на відстані виявити присутність електричної напруги на обладнанні.

Степінь ураження електричним струмом залежить від цілого ряду факторів: значення сили струму, електричного опору тіла людини та тривалості протікання через неї струму, виду та частоти струму, індивідуальних властивостей людини та умов навколишнього середовища.

Конструкція електроустановок має відповідати умовам їх експлуатації та забезпечувати захист персоналу від дотику з струмоведучими та рухомими частинами, а обладнання - від попадання всередину посторонніх твердих тіл та води.

Конструкція, вид виконання, спосіб встановлення, клас ізоляції застосовуваних провідників, кабелів, пристроїв та іншого електрообладнання відповідають вимогам електробезпеки. За ступенем ураження людей електричним струмом котельня відноситься згідно ПУЕ 1.1.13 до категорії приміщень з підвищеною небезпекою (висока температура, можливість одночасного дотику до металевих елементів технологічного обладнання або металоконструкцій будинку та металевих корпусів електрообладнання).

У нормальному режимі роботи обладнання - можливість ураження працівників електричним струмом виключена. Але на випадок аварії для запобігання ураження струмом людей передбачене захисне заземлення. Допустимий опір заземлення повинен бути не більшим 10 Ом.

При виконанні монтажних робіт використовуються переносні електроінструменти (електродрилі, електро-шліфувальні установки, тощо).

Для забезпечення безпечної праці корпуси однофазних електро-приймачів повинні занулюватись.

Захист людини від ураження електричним струмом в мережах з зануленням здійснюється тим, що при замиканні одної з фаз на занулений корпус в ланці цієї фази виникає струм короткого замикання, що діє на струмовий захист (плавкий запобіжник, автомат), в результаті чого відбувається відключення аварійної ділянки від мережі. Крім того, ще до спрацювання захисту струм короткого викликає перерозподіл напруги в мережі, що приводить до зниження напруги корпусу відносно землі. Таким чином, занулення зменшує напругу дотику та обмежує час, на протязі якого людина, що доторкнулася до корпусу, може потрапити під дію напруги.

Для того, щоб забезпечити швидке (на протязі декількох секунд) відключення аварійної ділянки, струм короткого замикання повинен бути достатньо великим. Відповідно до вимог струм короткого замикання повинен не менше ніж в три рази перевищувати номінальний струм плавкої вставки найближчого запобіжника або номінальний струм нерегульованого розчеплювача автоматичного вимикача. При використанні автоматичних вимикачів, що мають тільки електромагнітний розчіплювач (відсічку), струм короткого замикання повинен перевищувати значення струму встановлення миттєвого спрацювання в 1,25-1,4 рази в залежності від номінального струму.

В однофазних електро-приймачів, що включені між фазним та нульовим робочим проводами, занулення корпусів слід виконувати з допомогою окремого (третього) провідника, який повинен з'єднувати корпус електро-приймача з нульовим захисним проводом. В таких випадках під'єднувати корпуси електро-приймачів для забезпечення електробезпеки до нульового робочого проводу недопустимо, оскільки при його розриві (перегоранні запобіжника) всі під'єднані до нього корпуси виявляться під фазною напругою відносно землі.

В мережі з зануленням недопустимо використовувати заземлення окремих електро-приймачів, не під'єднавши їх перед цим до нульового захисного провідника. В цьому випадку при замиканні фази на заземлений, але не приєднаний до нульового захисного провідника корпус створюється коло струму через заземлення цього корпусу та заземлення нейтралі джерела струму. Такий випадок небезпечний, оскільки засоби захисту не зможуть відключити такий електро-приймач через мале значення струму і тому небезпечна напруга на всіх корпусах може зберігатися тривалий період, поки заземлений приймач не буде відключений вручну.

Важливо відмітити, що якщо занулений корпус одночасно заземлений, то це тільки покращує умови безпеки, оскільки забезпечує додаткове заземлення нульового захисного проводу.

Для ізоляції людини від частин електроустановок, що знаходяться під напругою, використовуються основні та допоміжні ізолюючі засоби, а саме слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками, коврики, ізолюючі підставки, тощо.

У приміщеннях, де знаходяться вимірювальні прилади, необхідно забезпечити виконання заходів по боротьбі з статичною електрикою (тобто прилади повинні бути заземлені). Найпростішим засобом є підтримка відносної вологості повітря на рівні 50 - 60 % за допомогою побутового електро-зволожувача.

Підлогу слід виконувати відповідно вимог, використовуючи антистатичне покриття на проходах і біля робочих місць.

Робітникам рекомендовано носити одягу з природних матеріалів або з комбінованих - природних і штучних волокон. Для зняття електростатичних зарядів з одяжі слід використовувати антистатика побутового призначення.

Оскільки корпуси приладів виконані з металу, то для усунення небезпеки ураження людини електричним струмом (можливий пробій на корпус приладу) використовується захисне заземлення.

4.3 Розрахунок заземлення

Розрахуємо систему заземлення для електроустаткування, яке працює від напруги 220 В.

$$R_{\text{заз}} \leq \frac{U}{I_p} = \frac{220}{66} = 3.3 \leq 4 \text{ Ом}$$

Визначаємо опір ґрунту: $\rho = k_n * \rho_n = 2 * 200 = 400 \text{ Ом м}$,

де k_n - коефіцієнт підсилення;

ρ_n — питомий опір ґрунту (вибирається з довідкової літератури).

Визначаємо опір одиночного вертикального заземлювача:

$$R_B = \frac{\rho}{2\pi} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} * \frac{4t+1}{4t-1} \right)$$

де t - відстань від середини заземлювача до поверхні ґрунту, м;

l, d - довжина і діаметр стержня заземлювача, м;

$$R_B = 96 \text{ Ом.}$$

Визначаємо опір сталевієї полоси, що з'єднує стержневі заземлювачі:

$$R_{II} = (\rho / 2\pi) * \ln(l^2 / dt) = 61 \text{ Ом.}$$

Визначаємо орієнтовне число стержневих заземлювачів:

$$n = R_B / [r_B] \eta_B = 96 / 4 * 1 = 24 \text{ шт.};$$

r_B - допустимий по нормам опір заземляючого пристрою,

η_B - коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів (для орієнтовного розрахунку приймається рівним 1).

Приймаємо розміщення вертикальних заземлювачів по контуру з відстанню між сталевими заземлювачами рівним 21. З довідкової літератури визначаємо $\eta_B = 0,66$ і $\eta_I = 0,39$.

Визначаємо необхідну кількість вертикальних заземлювачів

$$n = R_B / [r_B] \eta_B = 96 / (4 * 0.66) = 36$$

Розраховуємо загальний розрахунковий опір заземлюючого пристрою R з врахуванням з'єднувальної полоси

$$R = R_B R_{II} / (R_B \eta_r + R_{II} \eta_{BII}) = 3.9 \text{ Ом.}$$

Розрахунок проведено правильно, оскільки виконується умова $R \leq [r_B]$.

Розрахунок штучного заземлення:

Приймаємо, що опір захисного заземлення не повинен перевищувати 4 Ом:

$$R_{33} = \frac{R_c R_n}{R_c + R_n} \leq 4 \text{ Ом}$$

де R_{33} – опір захисного заземлення;

R_c – опір стержневих заземлювачів;

R_n – опір поперечних заземлювачів.

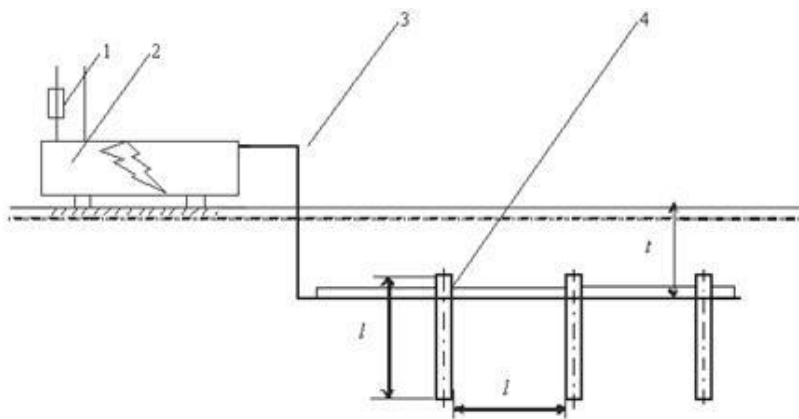


Рисунок 4.1 - Пристрій заземлення

4 – плавка вставка; 2 – електроустановка; 3 – з'єднувальна штаба; 4 – трубчатий заземлювач

Опір одиночного стержневого заземлювача розтіканню електричного струму:

$$R_{oc} = \frac{\rho_r}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \ln \frac{4h' + l}{4h' - l} \right)$$

де h' – відстань від поверхні ґрунту до заземлювача і становить 0,8 м;

l – довжина стержневого заземлювача 3 м;

d – діаметр стержневого заземлювача 50 мм.

$$R_{oc} = \frac{750}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \ln \frac{4 \cdot 0,8 + 3}{4 \cdot 0,8 - 3} \right) = 39,8 \cdot (0,18 + 3,43) = 143,8 \text{ Ом}$$

Опір одиночного поперечного заземлювача:

$$R_{ок} = \frac{\rho_r}{2\pi} \ln \frac{2l^2}{bh'}$$

де l – довжина поперечного заземлювача 2,5 м;

b – ширина полоси заземлювача 30 мм;

ρ_r - розрахунковий опір ґрунту: для поперечних електродів 1000 Ом·м, для стержневих електродів 750 Ом·м.

$$R_{ок} = \frac{1000}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \ln \frac{2 \cdot 2,5^2}{0,03 \cdot 0,8} = 63,7 \cdot 6,25 = 398,1 \text{ Ом}$$

В наслідок взаємовпливу вводимо коефіцієнт використання заземлювачів:

$$\eta = \frac{R_0}{nR_d}$$

де R_d – допустимий опір заземлення, що становить 4 Ом;

R_0 – опір одиночного заземлювача.

З цієї формули методом ітерацій підбирають n , при якому $\eta = 1$:

n	R_n	R_c	R_o	η
1	398,1	143,8	105,6	26,1
5	398,1	143,8	105,6	5,2
10	398,1	143,8	105,6	2,6
15	398,1	143,8	105,6	1,7
20	398,1	143,8	105,6	1,3
25	398,1	143,8	105,6	1,1
26	398,1	143,8	105,6	1,0

Отже приймаємо кількість одиночних заземлюючих електродів рівною 26.

ВИСНОВКИ

У роботі розроблено проект автоматизації процесу виробництва вівсяного печива. Було розглянуто процес виготовлення печива, описано основні параметри, які необхідно при цьому регулювати та контролювати. Було описано функціональну схему автоматизації процесу виготовлення вівсяного печива, обрано обладнання для автоматизації та приведено його опис.

Також було розроблено мнемосхему роботи системи, що виводиться на екран оператора.

Впровадження автоматизованої системи забезпечує підвищення якості продукції та продуктивності підприємства в цілому.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник Комп'ютерні мережі. Книга 1. [навчальний посібник] (Лист МОНУ №1/11-8052 від 28.05.12р.) - Львів, "Магнолія 2006", 2013. – 256 с.
2. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник Комп'ютерні мережі. Книга 2. [навчальний посібник] (Лист МОНУ №1/11-11650 від 16.07.12р.) - Львів, "Магнолія 2006", 2014. – 312 с.
3. Микитишин А.Г., Митник, П.Д. Стухляк. Комплексна безпека інформаційних мережевих систем: навчальний посібник – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. – 256 с.
4. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д. Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 384 с.
5. Зубченко А.В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий. 2001.-389с.
6. Кондитерское производство. Издательство Пищевая промышленность. №2. 2013. С 18.
7. Нечаев Н.П. Технология пищевых производств. М.: КолосС, 2005.- 768с.
8. Глухов, Д.А. Технические измерения и приборы: учебное пособие / Д.А. Глухов. – Воронеж: Воронежская государственная лесотехническая академия, 2009. – 251 с.
9. Апет, Т.К. Справочник технолога кондитерского производства. Т.1. "Технологии и рецептуры"/Т.К. Апет, З.Н. Пашук. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 560 с.

10. Алексеев А.А., Сиротин П.А, Шиянова Н.И. Методические указания по работе с системой автоматизированного проектирования (графическим редактором) КОМПАС - 3D. Мелеуз, БИТУ (филиал) ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К. Г. Разумовского (ПКУ)», 2016. –32 с.
11. Ившин, В.П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами: Учебник / В.П. Ившин, М.Ю. Перухин. - М.: Инфра-М, 2016. - 560 с.
12. Александровская, А.Н. Автоматика / А.Н. Александровская. - М.: Academia, 2018. - 304 с.