

## **РОЗРОБКА І АНАЛІЗ ЦИКЛОГРАМИ РОБОТИ ПОБУТОВОЇ ХЛІБОПІЧКИ**

*Жишкевич В.В.* – гр. БЕМск-21, бакалавр, *zhizhckevitch2010ru@gmail.com*

*Демішонкова С.А.* – к.т.н., доцент, *mashuk2007@ukr.net*

*Рубанка М.М.* – к.т.н., доцент, *nikolayrubanka@ukr.net*

*Київський національний університет технологій та дизайну*

**Метою роботи** є отримання циклограми роботи хлібопічки за основною програмою.

Автоматичний режим роботи всіх побутових хлібопічок заснований на принципі виконувати всі операції згідно циклограм. Тобто задається певний час на виконання операцій і режим роботи виконавчих органів під час кожного періоду. При цьому єдиним параметром, що контролюється за принципом "зворотного зв'язку" є температура в камері випікання. Швидкість обертання робочого органу не регулюється.

Перед вмиканням хлібопічки користувач вручну повинен закласти в ємність всі необхідні інгредієнти і закрити кришку.

При вмиканні системи керування хлібопічки всі виконавчі органи вимкнені до тих пір доки оператор не введе програму (алгоритм) процесу випікання.

Після введення програми натискається кнопка "Пуск" і далі хлібопічка працює в автоматичному режимі за заданою циклограмою. Саме з цього моменту починається відлік часу роботи.

На основі аналізу роботи хлібопічки Kenwood BM350 розроблено циклограму автоматичного випікання хліба за основною програмою.

Вимірювання часу здійснювалось за допомогою секундоміру, а температури - за допомогою цифрового вимірювального приладу з термопарою, яка була розміщена всередині камери випікання. Контроль увімкнення нагрівача здійснювався шляхом введення в розрив кабелю живлення амперметра.

Циклограма представлена на рис. 1.

Як видно з циклограми, в початковий момент часу  $t = 0$  вмикається тільки електронагрівач. При цьому, температура в камері випікання підтримується на рівні  $25^{\circ}\text{C}$ . Цей процес потрібний для попереднього нагрівання закладених інгредієнтів і він триває 8 хвилин. За цей час відбувається прогрівання всієї маси суміші в середині камери випікання. Електричний нагрівач працює в

**Платформа: ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ. ЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ.  
ВІДНОВЛЮВАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

режимі вмикання-вимикання в результаті роботи терморегулятора зі зворотним зв'язком.

Наступний період циклограми триває дві хвилини. Під час цього періоду відбувається короткочасне вмикання електродвигуна приводу лопатки. Лопатка здійснює чотири - п'ять повних обертів і потім відбувається вистій протягом 10 секунд. На початку другого періоду терморегулятор переходить на режим 30 °С.

«На нашу думку», перервність процесу вимішування в другому періоді обумовлена тим, що суміш сухих і рідких компонентів ще не однорідна і вимагає осипання - перетікання в період вистою. Якщо здійснювати процес перемішування безперервно, то можливо утворення «застійних» зон в суміші інгредієнтів.

Якщо частота обертання лопатки (згідно кінематичній схемі) становить 139 об/хв., то п'ять повних обертів вона здійснить за 2,16 секунди, а чотири - за 1,73 секунди.

Приймаємо час вмикання двигуна 2 секунди.

Тоді другий період роботи складається з інтервалів вмикання двигуна на 2 секунди і його вистою протягом 10 секунд. За 120 секунд буде виконано 10 циклів.

Третій період триває 5 хвилин при безперервній роботі електродвигуна. Температура підтримується на рівні 30 °С.

Протягом четвертого періоду (5 хвилин) двигун вимкнений, температура підтримується на рівні 30 °С. Відбувається прогрівання маси тіста і пасивне розчинення (розмочування) сухих компонентів.

П'ятий період супроводжується безперервним вимішуванням протягом 12 хвилин при температурі 30 °С.

Протягом шостого періоду (40 хвилин) двигун вимкнений, температура підтримується на рівні 36 °С - відбувається «сходження тіста».

Протягом сьомого періоду відбувається вмикання електродвигуна на 30 секунд. При цьому відбувається розбивання крупних пухирів з вуглекислим газом і зменшується об'єм тіста.

Під час восьмого періоду (26 хвилин) знову продовжується сходження тіста. Температура підтримується на рівні 36 °С.

Дев'ятий період повторює сьомий, тобто двигун вмикається на 30 секунд.

Протягом десятого періоду (26 хвилин) знову продовжується сходження тіста. При цьому температура поступово зростає до 60 °С.

Одинадцятий період - процес випікання. Температура зростає до 150 °С. Тривалість періоду 50 хвилин.

По завершенні випікання електричний нагрівач вимикається і температура поступово знижується до 50 °С приблизно за 20 хвилин.

**Платформа: ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ. ЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ.  
ВІДНОВЛЮВАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

Якщо хлібопічку не вимикати, то після досягнення температури 50 °С починає працювати електронагрівач, для підтримування спеченого хліба гарячим.

Як показав експеримент, хлібопічка автоматично вимкнулась через три години.

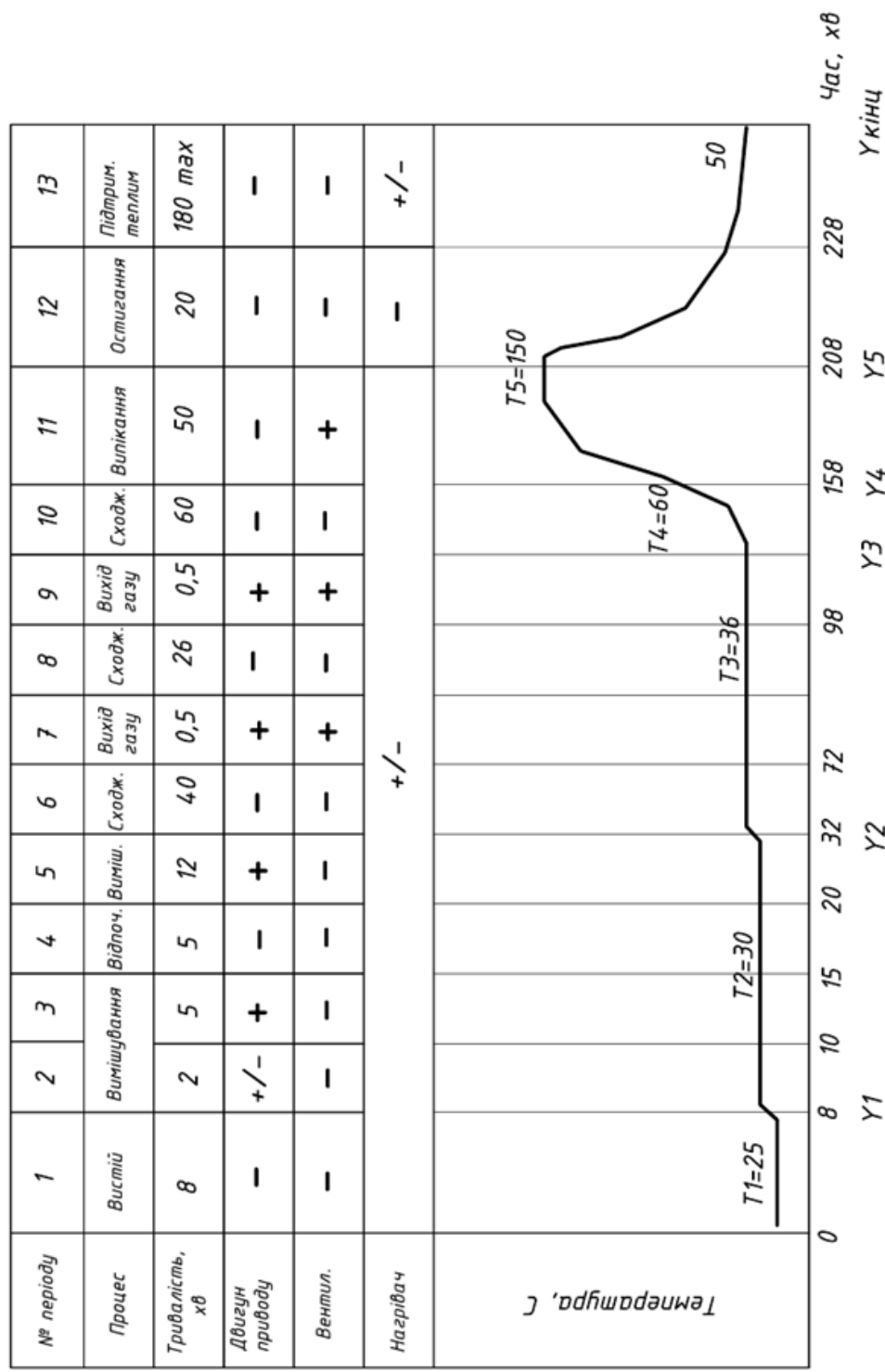


Рисунок 1 – Циклограма автоматичної роботи побутової хлібопічки при випіканні хліба за «основною» програмою

**Платформа: ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ. ЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ.  
ВІДНОВЛЮВАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

**Висновки.** Аналіз циклограми дозволяє зробити висновок про доцільність вмикання вентилятора обдування камери випікання в сьомому і дев'ятому періодах роботи для покращення провітрювання камери від вуглекислого газу, та в одинадцятому - для покращення теплового режиму випікання.

**Л і т е р а т у р а**

1. Як вибрати хлібопічку. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://hotline.ua/guides/yak-vibrati-hlbopchku/>
2. Найкращі хлібопічки для дому – рейтинг ТОП 5 популярних моделей 2023. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://noviydom.com.ua/luchshie-hleborochki-dlya-doma>
3. Хлібопічка: пристрій, схема, ремонт. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.rotr.info/electronics/practical/home/breadmaker.htm>