

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Центральноукраїнський національний технічний**  
**університет**



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**

НАУКОВОГО СЕМІНАРУ

**«АВТОМАТИКА ТА КОМП'ЮТЕРНО-  
ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОМИСЛОВСТІ  
ТА АГРОПРМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ»**

*9 листопада 2023 р.*



Кропивницький - 2023

Збірник тез доповідей здобувачів вищої освіти (магістрантів) та наукових керівників семінару «Автоматика та комп'ютерно-інтегровані технології в промисловості та агропромислового комплексу (АПК), 9 листопада 2023 р.. Науковий семінар організовано та проведено згідно рішення кафедри автоматизація виробничих процесів (АВП), протокол №5 від 09.11.2023р. Кропивницький: ЦНТУ, 2023. – 57 с.

### ***ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ НАУКОВОГО СЕМІНАРУ***

- Голова: Олександр Дідик, завідувач кафедри АВП, кандидат технічних наук, доцент;
- Заступник голови: Анатолій Мацуй, доктор технічних наук, професор;
- Члени оргкомітету: Василь Кондратець, доктор технічних наук, професор;  
Олександр Сербул, кандидат технічних наук, доцент.
- Відповідальний секретар: Дмитро Трушаков, кандидат технічних наук, доцент.

Збірник тез містить матеріали досліджень за напрямками наукової діяльності з проблем автоматизації керування та інформаційними технологіями на виробництві, у промисловості та в АПК.

Матеріали збірника публікуються у авторській редакції.

© Колектив авторів, 2023  
© МОВ ЦНТУ, 2023

УДК:681.5

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СТАБІЛІЗАЦІЇ ТЕМПЕРАТУРИ МАТЕРІАЛУ В ЦИЛІНДРАХ ЕКСТРУДЕРА**

*Р. Квасов, студ. гр. АК-22М,*

*О. Сербул, доц., канд. техн. наук*

*Центральноукраїнський національний технічний  
університет*

Обумовлення вибору цього напрямку досліджень пов'язане з існуванням проблем у процесі виробництва профілю з термопластів. Зокрема, ці проблеми виникають через недосконалість існуючих систем автоматизації регулювання температури в різних зонах екструзійного агрегату, а також в зоні головки. Сучасні агрегати обладнані вбудованими системами регулювання температури, проте невеликі приватні підприємства використовують застаріле обладнання, яке потребує модернізації. Без додаткових витрат, часто устаткування встановлюється в цехах, де зміни температури середовища в приміщеннях не відповідають стандартам, і впливають на функціонування обладнання. Метою проведення досліджень є підвищення якості виробів шляхом вдосконалення існуючого обладнання та покращення точності регулювання важливого технологічного параметра. Проект автоматизації певного етапу виробничого процесу передбачає зниження витрат на виробництво, завдяки зменшенню відходів і покращенню умов праці для робітників.

При розгляді схеми технологічного процесу виробництва профільних виробів із термопластів та при проведенні її аналізу було виявлено, що доцільно розробити інформаційно-контролюючу систему, яка покращувала б ефективність управління цим процесом. Проте для реалізації такої системи необхідно вирішити

кілька конкретних завдань, включаючи стабілізацію температури розплаву як в окремих зонах, так і в головці екструдера, на певному рівні, який встановлюється оператором. На сьогоднішній день торгові організації пропонують різноманітне екструзійне обладнання, але у даній роботі акцентується на екструдері НР-45Н. Це пов'язано з тим, що саме такий тип обладнання використовується на малих підприємствах, і саме на цьому екструдері виникають проблеми з відповідністю якості продукції встановленим стандартам. В залежності від характеристик полімеру та технологічних параметрів обробки, застосовуються різні типи шнеків, включаючи шнеки з різним профілем і різними характеристиками зміни глибини нарізки вздовж довжини шнека.

Процес вдосконалення існуючої системи розпочався з аналізу загальної схеми управління та дослідження різних видів регуляторів температури. На основі цього була розроблена функціональна електрична схема системи автоматичного регулювання температури в робочій камері екструдера. Для вивчення динамічних характеристик системи та визначення показників якості, були встановлені передаточні функції компонентів системи, проведено дослідження передаточної функції об'єкту регулювання. Розроблена принципіальна електрична схема мікропроцесорної частини розроблюваної системи, а також запропоновано загальний алгоритм її роботи.

## **Список літератури**

1. Суберляк О.В., Баштанник П.І. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів. – Київ: 2006. – 270 с.
2. Ладанок, А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами : навч. посіб. / А.П. Ладанок, К.С. Архангельська, Л.О. Власенко – К.: НУХТ, 2014. – 274 с.

3. Мікроконтролери: Архітектура, програмування та застосування в електромеханіці : навч. посіб. / Ю. С. Грищук. – Харків : НТУ «ХП», 2019. – 384 с.  
УДК:681.5

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ШВИДКІСТЮ РУХУ КОМБАЙНУ**

*М. Ангелов, студ. гр. АК-22М,*

*О. Сербул, доц., канд. техн. наук*

*Центральноукраїнський національний технічний  
університет*

Вибір напряму досліджень обумовлений наявністю проблеми підтримання оптимальної швидкості руху зернозбирального комбайна в умовах зміни завантаження хлібною масою, адже коливання вказаного параметра через недосконалість існуючих засобів автоматизації може призводити до недозавантаження агрегатів, роботу їх не в оптимальному режимі, виникнення аварійних ситуацій і, як наслідок, до недоотримання продукту, руйнування деталей і механізмів, перевитрати палива та відволікання комбайнера від слідкування за іншими технологічними параметрами, втрату часу на ремонти тощо. Сучасні умови диктують аграріям необхідність використання агрегатів, обладнаних системами регулювання та керування, які потребують вдосконалення. Метою досліджень спроба усунення перерахованих вище недоліків існуючих агрегатів, шляхом удосконалення існуючого обладнання, більш точного регулювання технологічних параметрів. Проект автоматизації швидкості руху комбайна в умовах зміни завантаження хлібною масою передбачає зменшення затрат при збиранні зернових через впровадження засобів більш швидкого реагування на зміни збурюючих факторів, а

також зменшення фізичного навантаження оператора агрегату.

Об'єктом дослідження є процес руху комбайну в умовах нерівномірності врожайності зернової культури по полю.

Предметом дослідження за умов зміни завантаження хлібною масою є система автоматичного керування швидкістю руху комбайна.

На основі аналізу існуючих рішень після проведеного огляду, було розроблено принцип побудови системи автоматичного керування швидкістю руху комбайна в умовах змінного завантаження хлібною масою. Для досягнення цілей було внесено зміни в систему керування процесом завантаження хлібної маси в комбайн, при цьому мінімізуючи конструктивні зміни. Також була розроблена електрогідравлічна схема, в якій гідравлічна частина лишалася незмінною і відповідала характеристикам існуючого комбайна "Нива", а внесені зміни стосувалися лише первинного перетворювача хлібної маси.

Розроблений вторинний перетворювач датчика товщини хлібної маси включає в себе індуктивний перетворювач та інтегратор, призначений для усереднення пульсуючого сигналу за струмом потоку. У цій системі використовується чутливий елемент – датчик рівня. Для забезпечення оптимального функціонування системи, сигнал чутливого елемента підсилюється до рівня, придатного для обробки мікроконтролером, який відповідає за зчитування сигналу датчика, порівняння його з заданим значенням та формування керуючого сигналу. В розрахунковій частині були розроблені функціональні та структурні схеми системи, підтверджена стійкість системи і визначені її показники якості на основі аналізу графіка перехідного процесу. Також була обґрунтована

необхідність корекції системи, яка покращить якість керування процесом завантаження комбайна.

### **Список літератури**

4. Ладанюк, А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами : навч. посіб. / А.П. Ладанюк, К.С. Архангельська, Л.О. Власенко – К.: НУХТ, 2014. – 274 с.

5. Довідник комбайнера / Ю. М. Коваль, В. В. Бутрим. – К.: Урожай, 1989. – 240 с.

6. Мікроконтролери: Архітектура, програмування та застосування в електромеханіці : навч. посіб. / Ю. С. Грищук. – Харків : НТУ «ХП», 2019. – 384 с.

УДК:681.518.3

## ***ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПІДТРИМУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ В ТРУБОПРОВІДІ ЕСКИМОГЕНЕРАТОРА***

*С. Колесник, студ. гр. АК-22М,*

*І. Березюк, доц., канд. техн. наук*

*Центральноукраїнський національний технічний  
університет*

Вибір цього напрямку досліджень обумовлений проблемою руйнування оболонки порцій морозива через приморожування під час їх виймання з форм. На сучасних молокопереробних підприємствах застосовуються автоматичні регулятори та дозатори, але ця технологія є застарілою і потребує оновлення, що суттєво впливає на вартість продукції та її конкурентоспроможність. Основною метою досліджень є підвищення якості виробленої продукції шляхом впровадження нових систем автоматизації, які дозволяють більш точно реагувати на зміни у керованих параметрах. Проект передбачає зменшення витрат на виробництво через скорочення

виробництва некондиційних виробів і зменшення фізичного навантаження на робітників. Це підтверджує актуальність обраного напрямку досліджень.

Під час дослідження теми роботи ми аналізували схему технологічного процесу виробництва морозива. Детальний розгляд цієї схеми призвів до виникнення ідеї створення інформаційно-контролюючої системи, яка спрямована на полегшення роботи оператора і підвищення продуктивності виробничого процесу. Однак для реалізації такої системи потрібно вирішити кілька конкретних завдань, включаючи регулювання температури так званого розсолу в трубопроводі ескімогенератора на певному рівні, заданому оператором, для часткового танення зовнішнього шару морозива.

Об'єктом досліджень є система постачання гарячого розсолу, яка використовується в ескімогенераторі. Розсіл прокладається через складну мережу трубопроводів до формочок, де він нагріває їх і призводить до танення зовнішнього шару порцій морозива.

Під час ретельного аналізу проблеми, пов'язаної з темою наших досліджень, було виявлено, що відсутність будь-яких даних щодо динамічних характеристик об'єкта регулювання ускладнює розробку запропонованої системи. Тому ми провели моделювання процесу нагріву формочок та отримали криві розгону об'єкта для двох різних випадків: коли в якості чутливого елемента використовувався терморезистор і коли використовувалася термопара. За допомогою графічного методу ми визначили сталі часу об'єкта та передаточні функції. Для проведення досліджень системи була вибрана передаточна функція об'єкта, отримана за умови використання терморезистора як датчика. З метою вивчення динамічних характеристик системи та визначення показників якості були визначені передаточні функції складових системи, а також була



створена електрична структурна схема запропонованої системи. На основі функціональної схеми була розроблена принципова електрична схема мікропроцесорної частини розроблюваної системи, і був запропонований загальний алгоритм її роботи.

### **Список літератури**

7. Сухенко Ю.Г., Поліщук Г.Є., Сарана В.В. Наукове і технічне забезпечення виробництва морозива [Монографія] / За ред.. проф.. Г.Є. Поліщук - К.: НУБіП України, 2019 – 299 с.

8. Ладанюк, А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами : навч. посіб. / А.П. Ладанюк, К.С. Архангельська, Л.О. Власенко – К.: НУХТ, 2014. – 274 с.

9. Мікропроцесорна техніка. Однокристалні мікроконтролери: навч. посібник / С.Р.Михайлов. – К.:, 2014. – 123 с.

УДК:681.5

## ***ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ У ВУЛИКАХ НА ПРОМИСЛОВІЙ ПАСІЦІ***

*А. Гумбатова, студ. гр. АК-22МЗ,*

*Д. Трушаков, доц., канд. техн. наук*

*Центральноукраїнський національний технічний  
університет*

У роботі розглядаються проблеми, пов'язані з автоматизацією бджільництва, яке на сьогодні не є популярним у Україні. Великі сільськогосподарські організації в основному спрямовують свої зусилля на рослинництво та розведення великої рогатої худоби, і це призводить до зменшення кількості пасік та виробництва бджільницьких продуктів. У такому контексті обговорення розвитку автоматизації технологічних процесів у галузі бджільництва та впровадження засобів, що підвищують продуктивність бджолиних господарств, стає

проблематичним. Однак дослідження технологічних процесів у бджільництві та розробка і впровадження рішень з автоматизації та механізації, спрямованих на підвищення продуктивності як невеликих приватних пасік, так і великих господарств, стають необхідними, що доводить актуальність обраної теми дослідження.

Проведення досліджень передбачало аналіз ведення пасічного господарства, включаючи вивчення робіт, що здійснюються на сучасній пасіці, де було розглянуто особливості експлуатації 100 вуликів. Об'єктом дослідження було обрано найбільш поширений вид вуликів на українських пасіках, а саме вулик-лежак на 20 рамок.

Зрозуміло, що створення автоматизованих систем, які би дозволяли мінімізувати втручання бджоляра в складну біологічну систему, є вкрай складною задачею. Це через те, що неможливо навчити машину відчувати процеси у бджолиній сім'ї так, як це може робити досвідчений пасічник. Проведені дослідження спрямовані на розв'язання окремих завдань у сфері автоматизації процесів у бджільництві, зокрема на розробку та аналіз системи стабілізації температури у бджолиному вулику. Використання такої системи сприятиме підвищенню продуктивності бджіл. Основна ідея полягає в тому, що в холодних умовах бджоли споживають більше меду, витрачаючи зусилля на збереження тепла, тому важливо забезпечити їм оптимальну температуру у вулику. Наприклад, навесні бджоли підвищують витрату тепла, споживаючи більше меду, що необхідно для збереження розплуду. У випадку відсутності оптимального обігріву, розплід може загинути. Підігрів вулика створює сприятливі умови, аналогічні інкубатору, що звільняє бджіл від необхідності обігріву розплуду та дозволяє більшій кількості комах займатися збором меду.

При розробці системи забезпечення температури повітря у вулику обрано нагрівальний елемент та датчик. Однак для використання сигналу з датчика в якості інформаційного параметру було необхідно встановити залежність зміни вихідного сигналу датчика від температури повітря у вулику. Для цього були використані експериментально зібрані дані, і під час аналізу виявлено, що існує виразна лінійна залежність між вихідним сигналом датчика та температурою. У даній роботі було отримано рівняння регресії, обчислено коефіцієнт кореляції та здійснено оцінку їх статистичної значущості.

### **Список літератури**

10. Іванова В.Д. Технологія виробництва продуктів бджільництва: Курс лекцій. – Миколаїв: МДАУ, 2009. – 245 с.
11. Рязанова О.М., Скоромна О.І. Технологія виробництва продукції бджільництва: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Вінниця, 2020. 408 с.

**УДК 631.365.22+621.317**

### **ЗЕРНОСУШАРКА З КИПЛЯЧИМ ШАРОМ ЯК ОБ'ЄКТ АВТОМАТИЗАЦІЇ**

*С. Федосюк, студ. гр. АК-22М,*

*М. Федотова, асист., канд. техн. наук*

*Центральноукраїнський національний технічний  
університет*

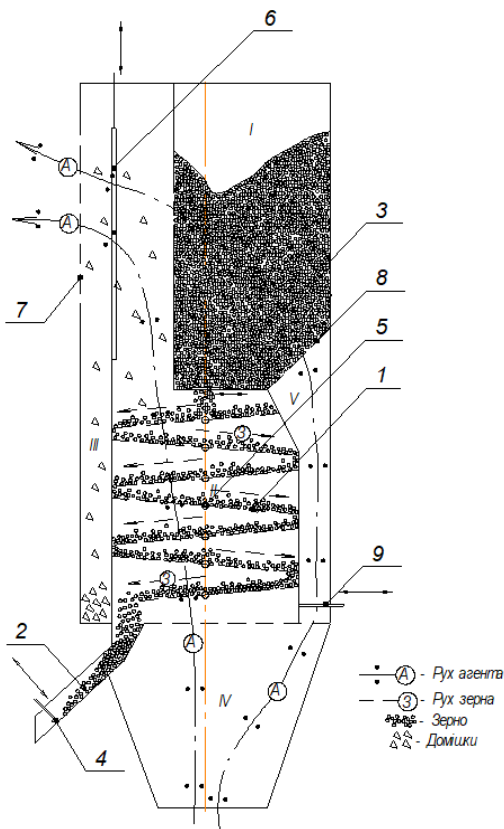
При Кіровоградському національному технічному університеті на кафедрі сільськогосподарського машинобудування розроблена експериментальна зерносушильна установка (ЗСУ) касетного типу для сушки зернових в киплячому шарі. Досліди, проведені на новій моделі ЗСУ, показали, що така модель зерносушарки має ряд переваг: процес теплообміну між теплоносієм і зерною масою проходить інтенсивніше за рахунок

збільшення геометричної площі дотику між агентом і матеріалом; нагрів зерна по всьому об'єму рівномірний, що дуже важливо для сушки термолабільних продуктів; можливість обробки сирого, неочищеного зерна, що, практично, може замінити один з етапів поточної лінії – сепарацію; простота і компактність конструкції надає можливість використовувати її мобільно; створюються сприятливі умови для автоматизації (контроль, регулювання, управління).

Автоматизація контролю і управління процесами обробки і зберігання зерна відкриває широкі можливості для підвищення ефективності використання, збільшення продуктивності поточних ліній, подальшого зниження затрат праці і покращення якості обробки зерна.

Глибина процесів, що відбуваються в киплячому шарі, ще не досить вивчена, а установки, в основу яких покладено принцип киплячого стану – не ідентифіковані. Автоматизація нового об'єкту – зерносушильної установки касетного типу з киплячим шаром – перш за все потребує дослідів, в ході яких потрібно виявити зв'язки між вхідними і вихідними величинами, побудову диференційних рівнянь і визначення математичної моделі об'єкту, тобто його ідентифікація. Спочатку для цього пропонується провести ряд дослідів, що характеризують об'єкт у статиці, тобто реакцію вихідних величин на певну зміну вхідних.

Загальний вигляд ЗСУ типу для сушки зернових в киплячому шарі зображений на рис. 1



*I* – завантажувачий бункер (камера попереднього нагріву); *II* – сушильна камера; *III* – осадова камера; *IV* – конфузур для нагнітання агента; *V* – камера для направлення теплоносія у завантажувачий бункер;

1 – регулюючі каскади-касети (решета);  
 2 – патрубок для вивантаження просушеного матеріалу; 3 – шибєр вивантаження зерна в сушильну камеру;  
 4 – шибєр вивантаження просушеного зерна;  
 5 – шарніри; 6 – шибєр для відводу відпрацьованого теплоносія; 7 – сітка відводу відпрацьованого агента; 8 – сітка для потрапляння теплоносія в камеру попереднього нагріву; 9 – шибєр для надходження агента в камеру попереднього нагріву.

• (A) - Рух агента  
 - (B) - Рух зерна  
 \* - Зерно  
 Δ - Дюшки

*Рисунок 1 – Конструкція ЗСУ касетного типу для сушки зернових в киплячому шарі*

Дослід проводили наступним чином: через шар зернистого матеріалу (висотою  $h=5\dots 6$  см; соняшник, пшениця, соя), що розміщений на решітках (каскадах, діаметром отвору  $1\dots 2$  мм), пропускали з певною швидкістю ( $v_a=2$  м/с) нагрітий агент сушки ( $t_{ap}=60^\circ\text{C}$ ). Матеріал спочатку розрихлювався, а потім перейшов в стан, що нагадував киплячу рідину. В процесі неперервної подачі зернового матеріалу до камери сушіння положення шибєру було змінено від нейтрального положення на  $10\%$  ( $Q_{\text{зерна}}=0,5$  см), що призвело до зміни вологості зерна кожної проби, яку відбирали через кожні 30с.

Основними параметрами контролю стали: температура агента сушки; кінцева температура матеріалу;

тиск теплоносія в камері сушіння; кінцева вологість зерна; час перебування зернового матеріалу в сушильній камері.

Температура агента і зерна була виміряна скляним рідинним термометром і склала 60 °С і 35 °С відповідно. Контроль тиску теплоносія виконувався U-подібним рідинним манометром, значення якого становило 0,5 Па. Після півгодинного відлежування, що є невід’ємним етапом будь-якого методу сушки, цифровим вологоміром типу Wille-55 було виміряне значення кінцевої вологи матеріалу, що на 1% відрізнялось від початкового. Це досить гарний показник, адже за такий малий проміжок часу (4 хвилини – час перебування зерна в зоні сушіння) матеріалом було втрачено біля 1% надлишкової вологи (рис. 2).

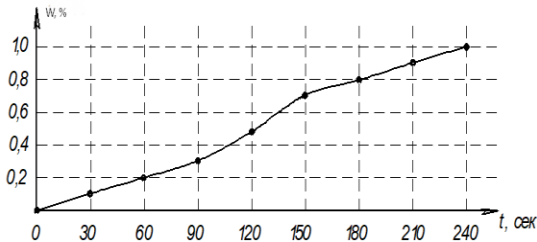


Рисунок 2 – Графік втрати вологості зерновим матеріалом за час  $t$

Проаналізувавши цей графік за допомогою пакету MATLAB виявилось, що зміна вихідної величини (вологості матеріалу) апроксимується рівнянням такого виду:

$$\Delta\omega(t) = A \cdot e^{-Bt} + C \cdot e^{-Dt} \cdot \sin(F \cdot t + G) + H \quad (1)$$

де  $A, B, C, D, F, G, H$  – коефіцієнти;  
 $t$  – час, с.

Передаточна функція об’єкта (зерносушарки) визначається за відомою формулою:

$$W(p) = \frac{L\{\Delta\omega(t)\}}{L\{Q_{зерна}(t)\}} \quad (2)$$

де  $L\{\omega(t)\}$  – зображення за Лапласом вихідної величини;  
 $L\{Q_{зерна}(t)\}$  – зображення за Лапласом вхідної величини;  
 $p$  – оператор Лапласа.

Скористаємось відповідними формулами і отримаємо:

$$L\{\Delta\omega(t)\} = \frac{0.44p^3 + 0.045p^2 + 6.254 \cdot 10^{-4}p + 8.688 \cdot 10^{-6}}{p^4 + 0.048p^3 + 9.511 \cdot 10^{-4}p^2 + 8.973p} \quad (3)$$

Так як вхідною величиною є  $Q_{зерна}(t)$  – переміщення шибєру, що регулює подачу зернової маси до камери сушіння, то її зображення за Лапласом наступне:

$$L\{Q_{зерна}(t)\} = \frac{5 \cdot 10^{-4}}{p} \quad (4)$$

Підставивши відповідні чисельні значення коефіцієнтів і виконавши алгоритм (2) здобудемо вираз, який і відображає передаточну функцію об'єкта регулювання – новий вид зерносушарки для сушки зернових в киплячому шарі:

$$W_{ок}(p) = \frac{880p^3 + 90p^2 + 1,251 \cdot 10^{-4}p + 0,01738 \cdot 10^{-6}}{p^3 + 0,048p^2 + 9,512 \cdot 10^{-4}p + 8,974} \cdot e^{-p\tau} \quad (5)$$

де  $\tau$  – час запізнювання об'єкту,  $s$  (транспортне запізнювання  $\tau \approx 200$  с).

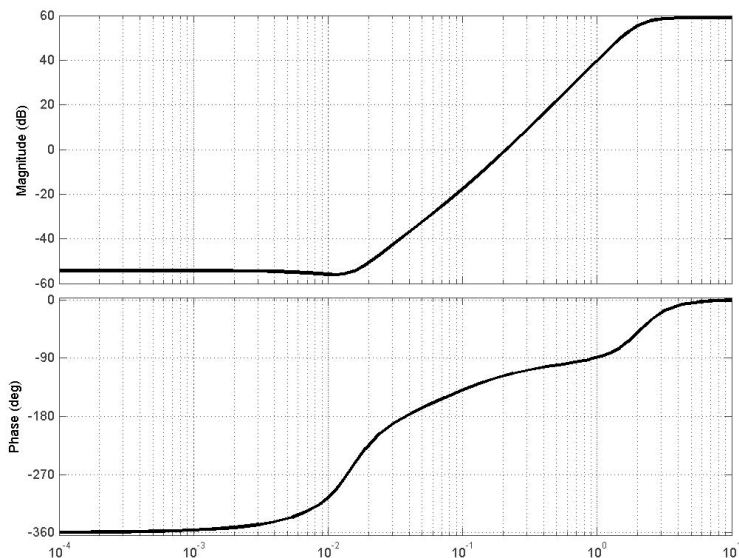
Об'єкт, як видно з ЛАЧХ (рис. 3), може бути представлений як послідовне з'єднання трьох ланок: пропорційної, форсуючої II-го порядку і підсилюючої.

Так, при зміні вхідного діяння в діапазоні ( $10^{-4} \dots 10^{-2}$ ) властивості об'єкту описуються пропорційною ланкою, так як період зміни керуючого діяння настільки великий, що при надходженні в ЗСУ великої кількості зернового матеріалу підтримувати киплячий стан стане фізично неможливо через надмірну висоту зерна на каскадах, в результаті чого сушарка перетвориться на ЗСУ шахтного типу.

При зміні частоти від  $10^{-2}$  до  $10^0$  об'єкт володітиме характеристиками форсуючої ланки II-го порядку. Крутий нахил ЛАЧХ в цьому проміжку пояснюється високою швидкістю сушки, що досягається за рахунок створення киплячого стану, якому сприяє невелика товщина шару дисперсного матеріалу.

При збільшенні частоти від  $10^0$  і більше ЗСУ не може швидко відреагувати на кожну зміну вхідного діяння через свою інертність і, відповідно, в цьому діапазоні частоти не спостерігається значної швидкості сушіння.

Тому, щоб створити умови ефективного сушіння – сушку дисперсного матеріалу в киплячому стані, в ході якого досягається максимальне зняття надлишкової вологи за одиницю часу, потрібно забезпечити підтримання частоти зміни регулюючого органу (шиберу) у визначених нами межах, а саме від  $10^{-2}$  до  $10^0$   $\text{с}^{-1}$



*Рисунок 3 – Логарифмічно-частотні характеристики об'єкту*



Процес сушки в ЗСУ касетного типу для сушки матеріалу в киплячому шарі, як видно, характеризується великою кількістю параметрів, що показані на рис. 4. Ці параметри умовно можна розділити на три групи.

До параметрів першої групи (контроль і регулювання), які кількісно і якісно характеризують роботу ЗСУ, відносяться: початкова температура агента сушки –  $t_{an}^{\bullet}$ ; кінцева температура відпрацьованого агента сушки –  $t_{ак}^{\bullet}$ ; температура нагріву зерна в сушильній камері –  $t_{зк}^{\bullet}$ ; кінцева вологість зерна –  $W_{зк}$ ; висота матеріалу на решітці –  $H_з$ ; швидкість агента –  $v_a$ ; коефіцієнт розширення киплячого шару –  $K$ ; кінцева енергія проростання зерна –  $E_к$ .

Вхідні параметри об'єкту підрозділяються на дві групи: зовнішні збурення і керуючі діяння. До зовнішніх збурень відносять: початкову вологість матеріалу –  $W_{зп}$ ; початкову температуру зерна –  $t_{зп}^{\bullet}$ ; наявність домішок –  $R$ ; початкова енергія проростання насіння –  $E_n$ .

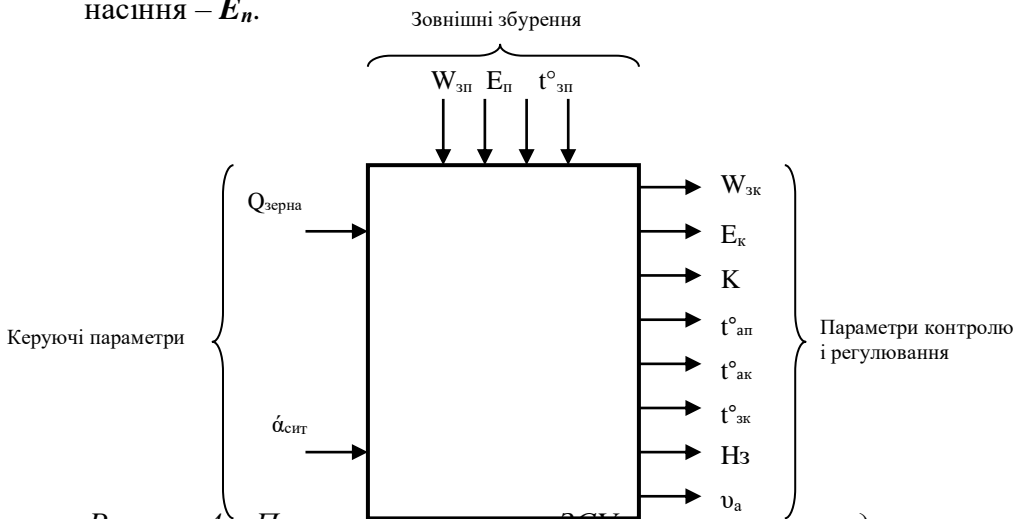


Рисунок 4 – Параметрична схема ЗСУ касетного типу для сушки зернових в киплячому стані

Керуючими параметрами в об'єкті є: переміщення шибера, що регулює подачу зерна безпосередньо в камеру сушіння –  $Q_{зерна}$ ; кут нахилу каскадів, який регулює час перебування зернового матеріалу в зоні сушіння –  $\alpha_{сум}$ .

З точки зору автоматизації, зерносушильна установка – найскладніший об'єкт управління в поточній лінії, а впровадження автоматизації в ЗСУ з киплячим шаром ускладнюється ще й рядом факторів. По-перше, потрібно постійно контролювати сам режим створення так званого киплячого стану (підтримувати в заданих межах швидкість агента, висоту шару, коефіцієнт його розширення), адже саме від цих показників головним чином і залежать економічні показники установки. По-друге, контролю і регулювання потребують, звичайно, й такі основні параметри як температура зерна, температура теплоносія, кінцева вологість матеріалу, які в процесі сушіння значно швидше змінюються за рахунок інтенсифікації самого процесу в киплячому шарі. По-третє, так як процес тепло- і масообміну між сушильним агентом і продуктом в такій сушарці відбувається швидше, ніж в інших установках, то потрібно передбачити можливість регулювання часу перебування зернового матеріалу безпосередньо в зоні сушки.

### Список літератури

1. Мартиненко, І.І Автоматизація технологічних процесів сільськогосподарського виробництва / І.І. Мартиненко, — К.: Урожай, 1995.— 224 с..
2. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Идентификация и оптимальное управление. [под ред д.т.н. В.И. Салыги].– Харьков.: В.школа, 1976.– 178 с.
3. Попович М.Г. Теорія автоматичного керування / М.Г. Попович, О.В. Ковальчук [2-ге видання, перероб і допр]. – К.: Либідь, 2007. – 656 с.

УДК 681.5 / 620.9 / 621.311

## **БАЗОВІ КОМПОНЕНТИ ЗРОСТАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНОСТІ**

*С. Кравцов, студ. гр. АК-23М-1,*

*Р. Жесан, студ. гр. АК-23М-1,*

*Р. Жесан, доц., канд. техн. наук,*

*О. Голик, доц., канд. техн. наук*

*Центральноукраїнський національний технічний  
університет*

Стале зростання потреб людства у енергії, виснаження, у недалекому майбутньому, земних паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), відчутне забруднення енергетичною галуззю навколишнього природного середовища – це ті глобальні світові проблеми, які примушують концентрувати увагу на постійному вдосконаленні інженерних технологій, спрямованих на прогрес суспільства. Особливо, енергетичних технологій.

Наша держава не може знаходитись осторонь загальносвітових процесів. По-перше, збройна агресія росії проти України й постійні атаки ворога на вітчизняну енергетичну інфраструктуру підтверджують високу значимість надійного і безпечного функціонування енергосистеми країни для мінімізації зовнішнього впливу на функціонування та розвиток держави в цілому. По-друге, власними ПЕР, навіть у мирний час, наша країна була забезпечена приблизно на третину, все інше закуповувалося за кордоном. По-третє, існує нагальна потреба у зниженні енергоємності ВВП, яка, ще з радянських часів, при надлишку дешевих ПЕР, сформувалася суттєво більшою, порівняно з багатьма розвиненими країнами. По-четверте, виконання міжнародних зобов'язань і задекларований державою курс на інтеграцію до ЄС та Євроатлантичних структур

примушує орієнтуватись на європейські тенденції, підлаштовуючись під них. І, нарешті, по-п'яте, рівень розвитку вітчизняної науки і високий інтелектуальний потенціал наших фахівців дозволяють успішно розв'язувати задачі будь-якої складності.

Одним з головних завдань перспективного розвитку України є на сьогодні зменшення енергоспоживання традиційних ПЕР та впровадження дієвих заходів з енергозбереження й енергоефективних технологій, із залученням відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Державна політика зорієнтована на сприяння науковим дослідженням у цій сфері.

Україна послідовно адаптує національне законодавство із європейським до глобальних викликів у сфері енергетичної безпеки. Були прийняті Закони України: «Про енергозбереження», «Про енергетичну ефективність», «Про альтернативні джерела енергії», «Про енергетичну ефективність будівель», «Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку виробництва біометану». Спираючись на них, урядом країни було схвалено Енергетичну стратегію України на період до 2050 року [1], якою заплановане досягнення Україною вуглецевої нейтральності енергетичного сектору та створення умов для сталого розвитку національної економіки через забезпечення доступу до надійних, стійких і сучасних джерел енергії. Отже, стає очевидним, що важливою складовою і одним з перших базових компонентів зростання енергоефективності та енергонезалежності окремих галузей економіки, мають виступати ВДЕ. Однак їх ефективне використання неможливе без науково обґрунтованого аналізу можливостей практичного застосування окремих видів ВДЕ та наявного потенціалу відновлюваної енергетики, залежно від географічного розташування. Окремі розрахунки щодо оцінки

енергопотенціалів ВДЕ та створення відповідних карт були проведені у ЦНТУ [2]. Більш розлогі дослідження здійснені в Інституті електродинаміки НАН України, де було складено атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України [3]. Проте, з моменту останніх досліджень вже минув чималий період часу. Тому, враховуючи стрімкі природно-кліматичні й екологічні зміни, що відбуваються під впливом антропогенних чинників, й стрімкий розвиток і вдосконалення технологій, виникає потреба в осучасненні відомостей, зокрема щодо технічного й доцільно-економічного енергопотенціалу різних видів ВДЕ: сонячної, вітрової, гідравлічної і геотермальної енергій, а також біоенергетики. Крім того, необхідні наукові дослідження та інженерно-технічні розрахунки високоефективного сучасного обладнання для перетворення і використання енергії відновлюваних джерел. Внесок ВДЕ у загальну енергоефективність окремих галузей економіки неможливо достатньо оцінити без досліджень комплексного використання ВДЕ з іншими компонентами енергетичних систем. Досить перспективною, на нашу думку, сферою енергозбереження ввижаються заходи, пов'язані з підвищенням енергоефективності будівель і споруд. Методологія проектування енергоефективного будинку повинна ґрунтуватись на системному аналізі споруди, як енергетичної системи, на основі достовірної інформації щодо теплотехнічних характеристик енергозберігаючих зовнішніх огорожувальних конструкцій і систем тепло-, водо-, електропостачання та вентиляції [4, 5], а також регіональних параметрів клімату, для умов України, і особливостей функціонального призначення споруди [6]. Зрозуміло, що цей процес неможливий без вдосконалення існуючих і створення нових систем автоматичного

керування (САК) інженерними підсистемами у загальних системах життєзабезпечення. Користуючись відкритими даними мережі Інтернет, можемо зробити висновок, що у реалізованих на сьогодні в світі проєктах енергоефективних будівель існуючі системи електропостачання будівель, на основі ВДЕ, інженерні системи життєзабезпечення будівель та САК ними не інтегровані в єдиний взаємоузгоджений технологічний процес. Загальна економічна ефективність, зручність експлуатації та керування всім технологічним обладнанням будівель може бути підвищена, завдяки комплексному вирішенню завдань автоматизації, як на рівні локальних систем, так і на рівні систем диспетчеризації та САК [4-6]. Такий підхід повинен підсилити енергоефективність цілих громад і територій, підвищити їх незалежність від диктату енергокомпаній-постачальників та енергонезалежність в цілому. У напрямку розробки САК, доцільним є поглиблене вивчення питання переходу від програмованих логічних контролерів, що базуються переважно на простих алгоритмах керування, до більш сучасних – на основі технологій нечіткої логіки, штучного інтелекту, Інтернету речей тощо. Подальші наукові дослідження, серед іншого, мають бути спрямовані на розробку підходів та методів для створення «розумних» будинків і «розумних» міст. Кінцевою метою має бути інтеграція ВДЕ, разом з комплексом інженерних систем будівлі та власними локальними САК, в єдину систему інтелектуального керування всіма параметрами мікроклімату та безпеки будівель для комфортного життєзабезпечення, з обов'язковим врахуванням європейських та вітчизняних стандартів з енергоефективності.

### **Список літератури**

1. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2050 року : розпорядження Кабінету Міністрів України від

21 квіт. 2023 року. № 373-р.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#n6>

(дата звернення: 20.07.2023).

2. Пащенко В. Ф., Жесан Р. В. Карти енергетичних потенціалів відновлюваних джерел енергії як джерело інформації для проектування автономних систем енергопостачання із САК. *Сборник научных трудов Национальной горной академии Украины*. № 11. Т. 2. Днепропетровск : РИК НГА Украины, 2001. С. 86-89.

3. Кудря С. О., Яценко Л. В., Душина Г. П., Шинкаренко Л. Я., Довга В. Т., Васько П. Ф., Бриль А. О., Шурчков А. В., Забарний Г. М., Жовмір М. М., Віхарев Ю. А. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України. Київ : Інст-т електродинаміки НАНУ, 2001. 40 с.

4. Gevorkian P. *Alternative Energy Systems in Building Design*, 1<sup>st</sup> ed. New York : McGraw-Hill Companies, Inc., 2009. 512 с. ISBN 978-0-07-162524-1.

5. Мхитарян Н. М. Человек и жилище. [Нац. акад. наук України, Ін-т возобновляемой энергетики]. Киев : Наук. думка, 2012. 309 с. ISBN 978-966-00-1181-6.

6. Басок Б. І. Фундаментальна теплофізична інженерія будівель у контексті відновлення України. За матеріалами доповіді на засіданні Президії НАН України 5 квітня 2023 року. *Visn. Nac. Acad. Nauk Ukr.* 2023. № 6. С. 62-72.

<https://doi.org/10.15407/visn2023.06.062>

ISSN 1027-3239.

УДК 663.1

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ФЕРМЕНТАЦІЇ ОПАРИ**

***О. Пархомовський***, студ. гр. АК-23М-1,

***Д. Трушаков***, доц., канд. техн. наук

*Центральноукраїнський національний технічний  
університет*

Актуальність теми. Сучасні виробничі процеси надзвичайно вимагають ефективного використання часу для забезпечення високої якості продукції. Під час виготовлення хлібопекарських виробів однією з важливих стадій є ферментація тіста, яка вимагає певного часу для досягнення оптимальної пишності тіста. Визначити

момент готовності опари до виймання з ферментатора може бути складно.

Серед можливих методів визначення готовності опари можна виділити аналіз таких параметрів, як час, температура, газоутворення або візуальний огляд. Враховуючи ці фактори, стає можливим вдосконалення процесу виробництва та забезпечення стабільної якості хлібобулочних виробів, раціонально використовуючи час і ресурси.

Метою роботи є підвищення продуктивності процесу ферментації шляхом дослідження та модернізації існуючих систем керування ферментатором.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі завдання:

- дослідити поширений процес виробництва хліба;
- провести порівняльний аналіз існуючих систем керування ферментатором;
- розробити технологічну схему виробництва хліба;
- розробити процесну схему автоматичного керування;
- вибрати та обґрунтувати структури системи управління та комплексу технічних засобів;
- розглянути необхідні прилади для модернізації
- написати програму для контролера та розробити блок-схему
- перевірити систему на працездатність.

Об'єктом дослідження є процес ферментації опари.

Предметом дослідження є система автоматичного керування процесом ферментації.

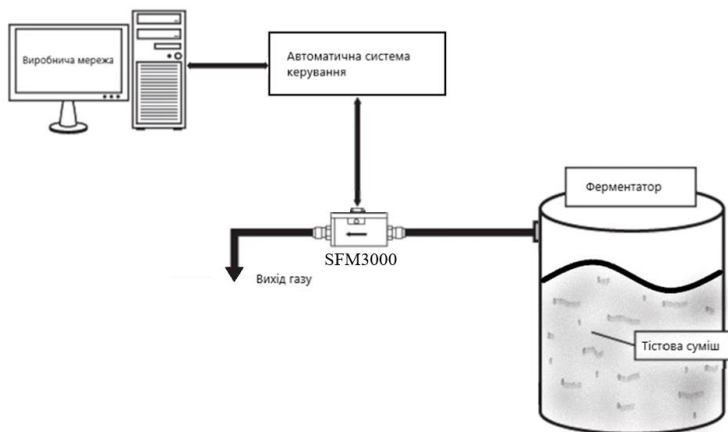
Методи дослідження. У ході роботи над випускною кваліфікаційною роботою використовувалися такі методи досліджень: хімічні, фізичні; моделювання прототипу процесу ферментації за виробничих умов.



Здійснення експериментальних досліджень включало в себе використання сучасного програмного забезпечення для моделювання прототипу та сучасних технічних засобів для обробки отриманих результатів. Теоретичні аспекти досліджень були вивчені з використанням сучасних моделюючих програм і обчислювальних інструментів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в удосконаленні точності визначення готовності ферментованого тіста, шляхом додавання термічного масового витратоміру до існуючого процесу ферментації.

Практичне значення одержаних результатів полягає в вдосконаленні процесу ферментації шляхом впровадження системи автоматичного контролю витрат газу (функціональна процесна схема зображена на рис.1). Ця система дозволяє точно визначати момент готовності ферментованого тіста та регулювати витрату газу, що сприяє вдосконаленню якості та продуктивності процесу хлібопекарського виробництва. Такий контроль важливий для підтримання оптимальних умов ферментації та підвищення якості кінцевого продукту.



*Рисунок 1. – Функціональна процесна схема автоматичної системи моніторингу*

На рис. 2 зображена структурна схема автоматичної системи керування ферментатором (АСК) для управління роботи ферментатором, вона складається з наступних елементів: автоматичної системи моніторингу (АСМ), яка слідкує за витратами газу з герметичного ферментатора, мікроконтролеру Arduino Uno, що буде додатково керувати процесом і приймати дані як з пульта управління по RS-232 (через конвертер MAX3232), так і з датчику SFM-3000-200С.



$\Delta V$  – аналоговий сигнал залежно від потоку газу

$t^{\circ}$  -температура внутрішньої атмосфери

$\phi$  – вологість внутрішньої атмосфери

$V$  – кількість літрів тіста в ферментаторі

*Рисунок 2. - Структурна схема АСК ферментатором*

В результаті проведення розробки відносно не дорогого рішення було розроблено модернізацію для герметичних ферментаторів, що удосконалює точність процесу за рахунок впровадження системи моніторингу безпосередньо за процесом ферментації і системи зв'язку між додатковою системою автоматичного керування і пультом управління.

## Список літератури

1. Мацай М.Ю. Основи біотехнології. – ЛНУ ім. Тараса Шевченка, 2011. - 154 с.
2. Зайцев Г.Ф. Теорія автоматичного управління / Зайцев Г.Ф., Стеклов В.К., Бріцький О.І.; за ред. проф. Г.Ф. Зайцева. - К.: Техніка, 2002.- 688с.
3. Кучер В.П., Півень О.М., Зінько В.М., Загайний В.М., Кучер О.М. Біотехнологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів. – Київ: Вища школа, 2006. – 432 с.

УДК 681

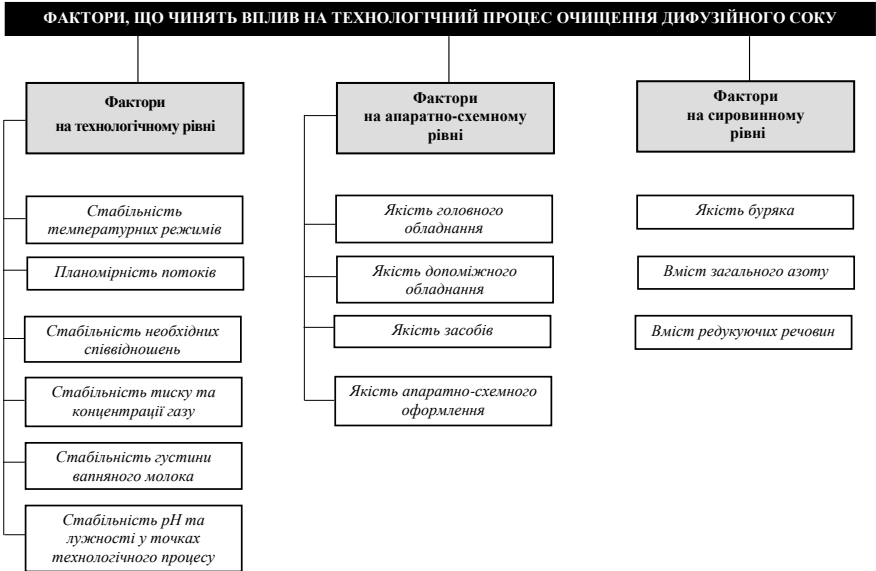
## ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ФАКТОРІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ФІЛЬТРАЦІЮ ТА САТУРАЦІЮ ДИФУЗІЙНОГО СОКУ

*Т. Криворіг, студ. гр. АК-22М,  
О. Голик, доц., канд. техн. наук,  
Р. Жесан, доц., канд. техн. наук.*

*Центральноукраїнський національний технічний  
університет*

Фактори, які здійснюють вплив на показники якості технологічного процесу виробництва цукру необхідно досліджувати на кожному рівні, а саме: сировинний, апаратно-схемний, технологічний [1, 2]. Доцільно застосовувати лінгвістичний підхід, який дозволить створити математичні моделі для ділянок фільтраційного очищення дифузійного соку.

Класифікація факторів, що впливають на підтримання технологічних параметрів ділянки очищення дифузійного соку в регламентних режимах, наведена на рис. 1.



*Рисунок 1 – Класифікація факторів*

*Загальний рівень.* Показники залежать від властивостей вхідної сировини, характеристик устаткування та обладнання, а також від особливостей технологічного процесу.

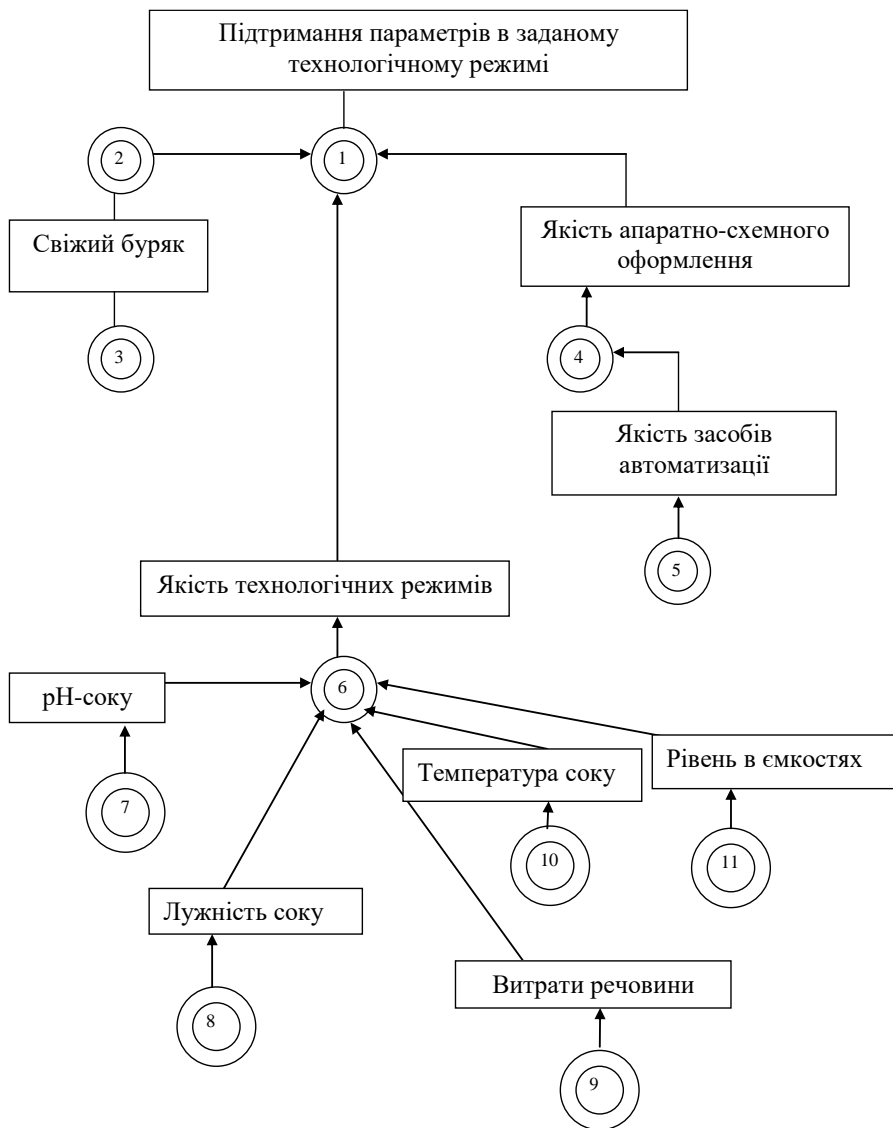
*Сировинний рівень.* Основною сировиною є буряк, який може мати різну якість та зберігатися в різних умовах.

*Апаратно-схемний рівень.* Основною задачею є підтримка параметрів процесу фільтрації та сатурації очищення дифузійного соку в затверджених режимах. Реалізувати це можливо лише при належній якості апаратно-схемного оформлення технологічного процесу.

*Технологічний рівень.* Головною метою та задачею системи автоматичного керування є дотримання необхідних технологічних вимог під час технологічного

процесу виробництва цукру, зокрема, очищення дифузійного соку.

На кожному рівні визначають лінгвістичні змінні та їх співвідношення. Сукупність таких співвідношень повинна відповідати дереву виведення рішень, спрощений вигляд якого наведено на рис. 2. У вузлах дерева необхідно вказати номери формул, що відповідають певним рівням опису.



*Рисунок 2 – Дерево рішень сукупності факторів процесу очищення дифузійного соку*

## Список літератури

1. Ларюшкін, Є. П. (1999). *Розробка експертно-моделюючої системи багатофакторного аналізу для управління технологічним процесом біоконверсії* [Неопубл. дис. канд. техн. наук]. ВДТУ.
2. Ротштейн О. П., Ларюшкін Є. П., Кательніков Д. І. Багатофакторний аналіз технологічного процесу біоконверсії на основі лінгвістичної інформації // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 1997. — № 3. — С. 38—45.
3. Пушкар, О. І., Гіковатий В. М., Євсєєв О. С., Потрашкова Л. В. Системи підтримки прийняття рішень: навч. посібник. Харків : Інжек, 2006. 304с.

УДК 681

### КЛАСИФІКАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ МЕТАЛООБРОБКОЮ

*Є. Панченко, студ. гр. АК-23М-2,*

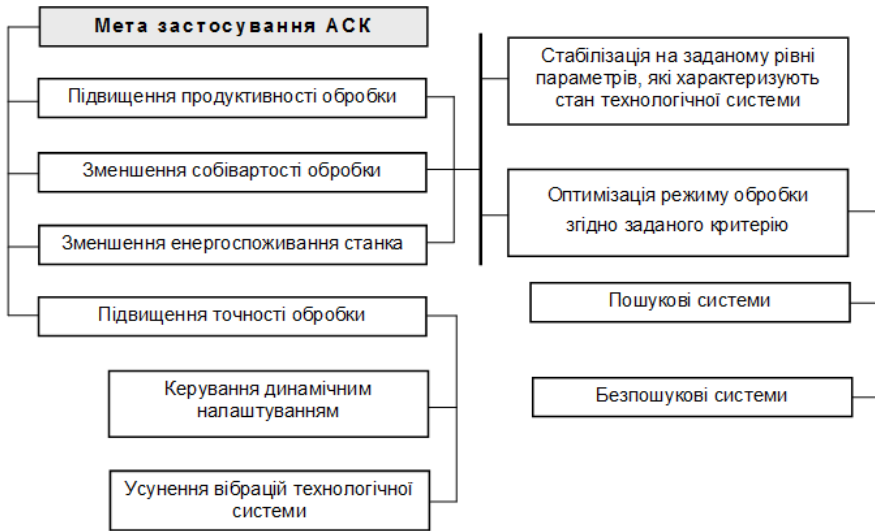
*О. Голик, доц., канд. техн. наук*

*Центральноукраїнський національний технічний  
університет*

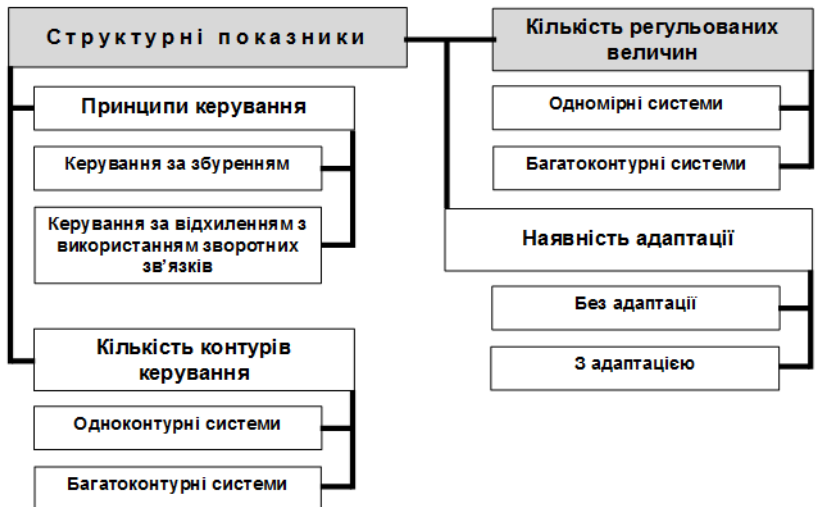
Класифікація автоматизованих систем керування металообробкою, як правило, здійснюється з метою:

- підвищення продуктивності обробки;
- підвищення точності та всіх показників, що характеризують якість обробки;
- удосконалення операцій, які виконуються механізмами верстата.

Детальна класифікація автоматизованих систем керування металообробкою, наведена в роботах [1, 2]. Узагальнивши запропоновані класифікації за різними ознаками можна представити у вигляді схем, показаних на рис. 1-3.



*Рисунок 1 – Класифікація за цільовими ознаками*



*Рисунок 2 – Класифікація за структурними ознаками*



Метою використання систем керування робочими рухами верстатів є підвищення продуктивності металообробки, і як наслідок, зменшення її собівартості, а також зменшення енергоспоживання верстата за рахунок підвищення точності обробки. Для досягнення цієї мети застосовують системи стабілізації швидкості, сили та/або потужності різання, крутного моменту на інструменті, температури у зоні різання.

В класифікації за структурними ознаками виділено 3 ознаки: кількість величин регулювання, кількість керованих контурів, принцип керування за компенсацією та збуренням, а також з використанням зворотнього зв'язку (регулювання за відхиленням вихідної координати від заданого значення). Крім того, передбачено наявність в системі контурів, для забезпечення адаптації до змінних умов металообробки.

Головними елементами показників, що характеризують призначення та принцип дії окремих елементів системи, є:

- вид керуючого впливу;
- тип керуючого пристрою;
- тип зворотного зв'язку.



Рисунок 3 – Класифікація за елементними показниками

### Список літератури

1. Klymenko, G., Kovalev, V., Vasylychenko, Y., Shapovalov, M., & Sherbakova, A. (2022). OPTIMIZATION OF CUTTING MODES ON HEAVY MACHINES. *Bulletin of the National technical university "Kharkiv Polytechnic Institute" Series: Techniques in a machine industry*, (2), 43–48. [https://doi.org/10.20998/2079-004x.2022.2\(6\).06](https://doi.org/10.20998/2079-004x.2022.2(6).06)

2. Мазур М.П. Основи теорії різання матеріалів: підручник [для вищ. навч. закладів] / М.П. Мазур, Ю.М. Внуков, В.Л. Доброскок, В.О. Залого, Ю.К. Новосьолов, Ф.Я. Якубов ; під заг. ред. М.П. Мазура. – Львів : Новий Світ–2000, 2010. – 422 с.

## **ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ КОМБІНАЦІЙ СОНЯЧНО-ВІТРОВИХ УСТАНОВОК**

*О. Шаврунов, студ. гр. АК-23М-2,*

*О. Голик, доц., канд. техн. наук.*

*Центральноукраїнський національний технічний  
університет*

Авторами зазначено в [1-3], що при впровадженні, монтажі та експлуатації ВЕУ та СП (вітро-сонячних установок) існує можливий ризик не правильно обрати параметри таких установок, оскільки при роботі системі енергозабезпечення з такими установками існують певні невизначеності.

Припустимо, що доцільно застосувати систему підтримки прийняття рішень (СППР), яка здатна допомагати обрати ту чи іншу комбінацію ВЕУ та СП (вітро-сонячні установки). Тому виникає потреба оцінюванні ефективного впровадження комбінацій вітро-сонячних установок для СППР. Алгоритм методики оцінювання наступний.

1. Накопичення та обробка статистичних даних (середньодобових та за сезонами року):

- енергетичних потреб споживача;
- енергетичного потенціалу сонячної енергії (інтенсивності сонячної радіації);
- енергетичного потенціалу енергії вітру (швидкості вітру).

Енергетичні потреби споживача необхідно розраховувати виходячи з наявної інформації (кількість споживачів та приймачів електричної енергії, їх потужність та тривалість (години) роботи).

Методику визначення імовірнісних характеристик та законів розподілу інтенсивності сонячної радіації наведено в [1]. В [2] наведено методику визначення імовірнісних

характеристик та законів розподілу швидкості вітру, на основі отриманих аналітичних виразів, що відповідають експериментальним даним, визначають імовірність появи швидкості.

## 2. Моделювання роботи ВЕУ та СП.

На основі обробки статистичних даних можна визначити потужності ВЕУ та СП за певний період (середньодобові та за сезонами року).

В [1] наведено методику визначення потужності ВЕУ за сезонами року. В [3] наведено вираз для визначення потужності СП.

За допомогою зазначених вище методик необхідно визначити потужність вітро-сонячних установок в пікові години навантаження (за сезонами року), а не протягом всієї доби.

## 3. Визначення сумарної потужності ВЕУ та СП.

Сумарну потужність вітро-сонячних установок розраховують наступним чином:

$$P_{\text{СУМ}} = (P_{\text{ВЕУ}} \cdot n) + (P_{\text{СП}} \cdot m), \quad (1)$$

де  $P_{\text{ВЕУ}}$  – потужність ВЕУ;  $P_{\text{СП}}$  – потужність СП;  $n$  та  $m$  – кількість ВЕУ та СП, відповідно.

Якщо припустити, що споживача цікавлять витрати, які будуть виникати в процесі експлуатації системи, яка має в своєму складі ВЕУ, СП та електростанцію з двигуном внутрішнього згорання, то витрати, які можуть виникати при експлуатації системи, будуть пов'язані з роботою саме електростанції (оскільки, пальне для його роботи має вартість і споживач буде мати витрати, які пов'язані з закупівлею пального).

Економією будемо вважати – кількість пального та його вартість, яке не було витрачено для задоволення енергетичних потреб споживача.

Витратами будемо вважати – кількість пального та його вартість, яке необхідно витратити для задоволення енергетичних потреб споживача.

4. Визначення імовірності задоволення потреб споживача:

$$P = \frac{P_{СУМ}}{C_{П}}, \quad (2)$$

де  $C_{П}$  – максимум навантаження споживача.

5. визначення повних витрат споживача, пов'язаних з роботою електростанції:

$$S_{СП} = \left( \frac{(C_{П} \cdot r)}{P_{ДВЗ}} \right) \cdot S_{ПАЛ}, \quad (3)$$

де  $r$  – витрата пального на 1 кВт · год.;  $P_{ДВЗ}$  – потужність електростанції з двигуном внутрішнього згорання;  $S_{ПАЛ}$  – вартість пального.

6. Визначення різниці потреб та можливістю задоволення потреб:

$$C_{P} = C_{П} - P_{СУМ}, \quad (4)$$

7. Визначення витрат та економії:

Витрати

$$E_{X} = \left( \frac{(C_{P} \cdot r)}{P_{ДВЗ}} \right) \cdot S_{ПАЛ}, \quad (5)$$

Економія

$$E_{K} = S_{СП} - E_{X}, \quad (6)$$

### Список літератури

1. Голик О. П., Жесан Р. В. Методика визначення основних показників енергоефективності горизонтально-осьової вітроелектричної установки у складі системи автоматизованого енергопостачання автономного

споживача // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України / № 139. – Київ: - НУБІП, 2009. – С. 190-195. С. 211.

2. Голик О. П., Жесан Р. В. Одержання імовірнісних характеристик та законів розподілу швидкостей вітру на основі аналізу даних метеоспостережень //Праці Таврійського державного агротехнологічного університету – Вип. 8. Т.4 – Мелітополь: ТДАТУ, 2008. – С. 57-66.

3. Голик О. П. Моделювання, з використанням методу Монте-Карло, інтенсивності сонячного випромінювання, як джерело даних для створення системи автоматичного керування автономним енергопостачанням на основі відновлюваних джерел енергії / О. П. Голик, Р. В. Жесан // Матеріали міжнародної наукової конференції „Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту” (ISDMCI’2009). – Том 1. – Херсон: ХНТУ, 2009. С. 43-47.

УДК:681.5

**РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ  
АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПОТОКУ  
ХЛІБНОЇ МАСИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО  
КОМБАЙНУ**

*О. Ситник, студ. гр. АК-22М*

*В. Кондратець, проф., докт. техн. наук,*

*О. Дідик, доц., канд. техн. наук*

*Центральноукраїнський національний технічний  
університет*

Основними напрямками розвитку зернозбиральної техніки є підвищення продуктивності, покращення ефективності використання наявних потужностей, зменшення втрат зерна та звичайно полегшення праці комбайнера. Деякі питання потребують внесення змін в конструкцію комбайну, а деякі лише доповненням наявної конструкції системами автоматики.

Дана робота присвячена стабілізації потоку хлібної маси на вході в молотарку зернозбирального комбайну, що дасть можливість підвищити ефективність збору зернових та зменшити втрати зерна. По-перше, робота комбайну в оптимальному режимі дозволить пришвидшити процес збору, а це дасть можливість зменшити втрати зерна перед комбайном. По-друге, уникнення перевантаження комбайну не призведе до збоїв в його роботі, а також зменшить втрати зерна після комбайну. По-третє, відсутність недовантаженості комбайну дозволить уникнути роботи в холосту та зменшить дроблення зерна після молотарки.

Вимірювання потоку хлібної маси проводиться у транспортері. Ведений вал транспортера – плаваючий. В залежності від потоку він переміщається. Положення валу вимірюється за допомогою магнітного датчику, статична характеристика якого зображена на листі. В якості

виконавчого механізму обрано електропропорційний гідророзподільувач, який за сигналом управління переміщує шайбу гідронасосу.

В результаті була розроблена структурна схема автоматизованої системи стабілізації завантаження зернозбирального комбайну. Дану систему можна розглядати як систему стабілізації і для синтезу можна використати алгоритм синтезу оптимального регулятора. В результаті його застосування була одержана передаточна функція оптимального регулятора.

Для дослідження якісних характеристик автоматизованої системи стабілізації було використано метод імітаційного моделювання. Розроблена модель роботи зернозбирального комбайну без системи стабілізації та з автоматизованою системою стабілізації. При моделюванні значення потоку хлібної маси визначалось шляхом перемноження сигналів зміни урожайності та швидкості комбайну попередньо помноженої на коефіцієнт зв'язку, що включає в себе ширину захвату жатки та параметр відношення зерна до зернової маси, які вважались постійними. Як бачимо середньоквадратичне відхилення системи з оптимальним регулятором становить 0,77 кг/с, при цьому воно зменшилось по відношенню до системи без регулювання у 6 разів.

Оптимальний регулятор реалізовувався на мікроконтролері. Для цього був визначений період дискретизації рівний 0,1 с. Виконане Z-перетворення та одержані різницеві рівняння. На їх основі побудований алгоритм програмної реалізації.

Цифровий регулятор завантаження зернозбирального комбайну апаратно реалізовано на мікроконтролері PIC16F873.



## Список літератури

1. Аналіз та синтез систем автоматичного керування в MATLAB. Навчальний посібник/ О.Г. Гурко, І.Ф.Єрмоєнко. – Харків: ХНАДУ, 2011. - 286 с.
2. Теорія систем керування: підручник / В.І. Корнієнко, О.Ю. Гусєв, О.В. Герасіна, В.П. Щокін; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро: НГУ, 2017. – 497 с.
3. Автоматизація виробничих процесів: навч. посіб. / Б. М. Гончаренко, С. І. Осадчий, Л. Г. Віхрова [та ін.]. - Кіровоград: Лисенко В.Ф., 2016. - 352 с.

УДК:681.5

### **РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ СУШКИ ПОЛОТНА ФЛЕКСОГРАФІЧНОЇ МАШИНИ**

*С. Яровий, студ. гр. АК-22М*

*О. Дідик, доц., канд. техн. наук*

*Центральноукраїнський національний технічний  
університет*

В сучасних умовах ринкової економіки на перший план постає якість продукції. Підвищення якості продукції дасть можливість відкривати нові ринки збуту це призведе до збільшення об'ємів випуску продукції і відповідно до збільшення прибутків. Встановлення на флексографічну машину ПФО-45 системи автоматичної стабілізації температури сушки полотна дасть можливість зменшити кількість браку у виготовленій продукції, а це призведе до зменшення використаних витратних матеріалів на одиницю продукції. При недостатній температурі утворюється змазане зображення на відбитку, а також призводить до склеювання матеріалу в рулоні готової продукції. Перегрів полотна веде за собою зайве розтягнення матеріалу полотна.

Для проектування була розроблена структурна схема системи автоматичної стабілізації. Об'єктом регулювання є температура повітря в зоні сушки поряд з полотном, що протягується. Дана температура вимірюється за допомогою інтегрального датчика температури. В якості виконавчого механізму використовується електрокалорифер встановлений на флексографічній машині, який за сигналом управління змінює температуру повітря, що подається в зону сушки за допомогою вентилятора.

Визначення передаточної функції регулятора виконувалось методом синтезу. В результаті побудови бажаної ЛАЧХ визначена передаточна функція регулятора та після побудови перехідного процесу синтезованої САР визначені показники якості системи: час регулювання 0,5 с, перерегулювання 5,6 %, а перехідний процес має аперіодичний характер з перерегулюванням.

Було прийняте рішення реалізації регулятора за допомогою мікропроцесорної системи. Для цього був визначений період дискретизації рівний 0,01 с. Була розроблена структурна схема цифрового регулятора. До якої входять однокристальна мікро-ЕОМ, аналого-цифровий перетворювач, блок індикації, п'ять датчиків температури, які розташовуються в зоні дії кожного розподільвача повітря, а виміряні значення усереднюються для підвищення точності. В якості задатчика температури використовується сигнал з потенціометра, що управляє швидкістю протяжки полотна.

Були розроблені принципові схеми блоку регулятора та блоку індикації. В якості датчиків температури застосовано інтегральні датчики температури LM35. В якості АЦП використано 8-розрядний 8-канальний АЦП типу ADC0809. Також використано мікро-ЕОМ типу AT89S51 компанії Atmel. В схемі блоку

індикації реалізовано принцип програмної динамічної індикації.

Також на основі одержаної передаточної функції регулятора було виконане Z-перетворення та одержані різниці рівняння. В результаті розроблена схема алгоритму програмної реалізації регулятора, на основі якої мікро-ЕОМ видає управляючий сигнал.

### **Список літератури**

1. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – 2-ге вид., – К.: Либідь, 2007. - 656 с.
2. Аналіз та синтез систем автоматичного керування в MATLAB. Навчальний посібник/ О.Г. Гурко, І.Ф.Єрмоєнко. – Харків: ХНАДУ, 2011. - 286 с.
3. Теорія систем керування: підручник / В.І. Корнієнко, О.Ю. Гусев, О.В. Герасіна, В.П. Щокін; М-во освіти і науки України, Нац.гірн.ун-т. – Дніпро: НГУ, 2017. – 497 с.
4. Автоматизація виробничих процесів: навч. посіб. / Б. М. Гончаренко, С. І. Осадчий, Л. Г. Віхрова [та ін.]. - Кіровоград: Лисенко В.Ф., 2016. - 352 с.

УДК:681.5

## **РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ В РОТАЦІЙНІЙ ПЕЧІ**

*М. Дідов, студ. гр. АК-22М,  
А. Мацуї, проф., докт. техн. наук  
Центральноукраїнський національний технічний  
університет*

Хлібопекарська промисловість в Україні вважається однією з ключових галузей харчової промисловості. За своїми виробничими потужностями, рівнем механізації технологічних процесів і різноманіттям асортименту, ця галузь може забезпечити населення різноманітними видами хлібних виробів. Це має важливе значення для

підтримки соціальної стабільності в суспільстві.

З розвитком ринкових відносин в суспільстві сталося роздержавлення і реструктуризація хлібопекарської галузі. З'явилася значна кількість пекарень, а також відбулося відродження домашнього хлібопечення. Паралельно з традиційними методами приготування тіста впроваджуються і нові технології.

В таких умовах стає ключовим виробництво конкурентоспроможної продукції, для якої необхідні прогресивні ресурсозберігаючі технології та висококваліфіковані фахівці.

Автоматизація технологічних процесів відіграє важливу роль у підвищенні продуктивності, поліпшенні умов праці, підвищенні якості та розширенні асортименту продукції. На сучасному етапі розвитку харчової промисловості застосовуються складні та трудомісткі технології, для яких необхідна комплексна автоматизація підприємств. Впровадження передових технологій, механізації та автоматизації окремих виробничих процесів спрямовано на забезпечення високої якості продукції, підвищення продуктивності праці на хлібозаводах, економію сировини та матеріалів.

Однак системи автоматичного регулювання можуть виявитися менш ефективними, якщо вони розроблені лише на основі загальних принципів автоматичного регулювання. Для досягнення максимальної ефективності такі системи повинні бути розроблені з урахуванням особливостей конкретних технологічних процесів, для яких вони призначені.

Під час автоматизації процесів випікання в сучасних ротаційних хлібопекарських печах використовуються наступні системи управління тепловим режимом:

1) автоматичне регулювання подачі палива в залежності від температури середовища в основній зоні пекарської камери, температури нагрівальних газів та газів рециркуляції;

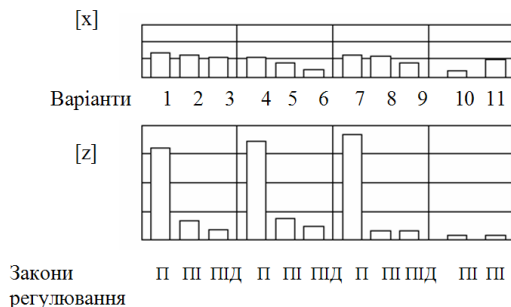
2) автоматичне регулювання подачі палива в залежності від температури середовища в основній зоні пекарської камери з корекцією за температурою нагрівальних газів або газів рециркуляції.

Результати порівняльного моделювання вказаних систем на ЕОМ з використанням регуляторів, які працюють за П, ПІ і ПІД законами регулювання, представлені на рис. 1. В якості критеріїв оптимальності за методом Вінера-Колмогорова при впливі на систему випадкових збурень розглянуті:

[z] – мінімум суми квадратів відхилення температури пекарної камери;

[x] – мінімум суми квадратів відхилень витрати палива.

З точки зору стабілізації теплового режиму пекарської камери найкращими є варіанти 9, 10, 11. Оптимальні з точки зору економічної ефективності, оскільки вони виявляють найменші відхилення регулюючої величини (витрати палива), це варіанти 5, 6, 10. З урахуванням обох критеріїв оптимальності система регулювання температури пекарської камери з корекцією по температурі нагрівальних газів є найбільш ефективною. Вона забезпечує високу якість регулювання температури камери, компенсуючи збурення по витраті палива з меншим запізнюванням.



1-3 – по температурі середі в пекарній камері; 4-6 – по температурі нагрівальних газів; 7-9 – по температурі газів рециркуляції; 10 – по температурі пекарної камери з корекцією по температурі нагрівальних газів; 11 – по температурі пекарної камери з корекцією по температурі газів рециркуляції.

*Рисунок 1 – Порівняльні характеристики різних варіантів САР температури в ротаційній печі*

Створення автоматичної системи регулювання відносної вологості у пекарні ускладнюється тим, що на сьогоднішній день відсутні належно працюючі промислові перетворювачі вологості, які були б надійними при роботі в умовах високої вологості (70-80%) та температурі понад 100° С. Отже, ми визначимо температуру в ротаційній печі як параметр регулювання для проектованої системи автоматичного регулювання.

УДК:681.5

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСУ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ**

*О. Корніца, студ. гр. АК-22М,*

*В. Кондратець, проф., докт. техн. наук*

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Протягом багатьох десятиліть відцентрові насоси забезпечують комфортні умови життя людини та беруть участь у більшості виробничих процесів. З проведених досліджень випливає, що приблизно 25% загального обсягу виробленої електроенергії на планеті використовується для електроприводу відцентрових механізмів, при цьому значна частина цієї енергії споживається саме відцентровими насосами. Варто відзначити, що більшість електроприводів цих механізмів є нерегульованими.

Класичні методи управління насосними системами включають в себе зменшення напірних ліній і зміну загальної кількості працюючих агрегатів. Ці методи спрямовані на вирішення технічних завдань і, в основному, не враховують аспекти енергоефективності транспортування води.

Гідравлічне та електротехнічне обладнання насосних станцій зазвичай вибирається на основі максимальних технічних параметрів (подачі, напору і т.д.) систем водопостачання і водовідведення. Однак на практиці насосні установки, які вводяться в експлуатацію, працюють на проектних режимах протягом численних років. Це означає, що існуючі станції часто працюють у режимах, що відрізняються від розрахункових. Крім того, існують добові, тижневі та сезонні коливання витрат і напорів, зумовлені змінним водоспоживанням, через що робочі режими насосів можуть виходити за межі їхніх характеристик.

Таким чином, поява надійного регульованого електропривода створила передумови для розробки зовсім нової технології транспортування води з плавним регулюванням робочих параметрів насосної установки без непродуктивних витрат електроенергії, а також з широкими можливостями підвищення точності й

ефективності технологічних показників роботи систем подачі.

Електропривод включає в себе електричний двигун, перетворювач електричної енергії (наприклад, перетворювач частоти) і систему керування. У промисловості і побуті використовуються двигуни змінного і постійного струму. Історично так склалося, що для регулювання швидкості обертання частіше використовували двигуни постійного струму. Перетворювач у цьому випадку регулював тільки напругу, був простий і дешевий. Однак двигуни постійного струму мають складну конструкцію, критичний в експлуатації щітковий апарат і порівняно високу вартість. Асинхронні двигуни широко поширені, надійні, мають відносно невисоку вартість, гарні експлуатаційні якості, але регулятори швидкості їх обертання через складність систем електронного регулювання частоти живлячого напруги коштували до початку 80-х років дорого і не мали якостей, необхідних для широкого впровадження в індустрію. Завдяки розвитку електроніки та появі доступних перетворювачів частоти стало можливим регулювання швидкості обертання асинхронних двигунів у широкому масштабі. Швидкий ріст ринку перетворювачів частоти для асинхронних двигунів став можливим завдяки новій елементній базі - силовим модулям на базі IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor - біполярний транзистор з ізолюваним затвором), розрахованим на струми до декількох кілоампер, напругу до декількох кіловольтів, із частотою комутації 30 кГц і вище.

Шляхом регулювання частоти обертання для зміни витрати в порівнянні із дроселюванням досягається значний потенціал заощадження енергії. На сьогодні цей метод широко використовується в насосах, вентиляторах і



турбокомпресорах з асинхронними двигунами, які живляться від перетворювачів частоти.

УДК:681.5

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ФІЛЬТРАЦІЇ ОЛІЇ ШЛЯХОМ ЇЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ**

*І. Рибак, студ. гр. АК-22М,*

*А. Мацуй, проф., докт. техн. наук*

*Центральноукраїнський національний технічний  
університет*

На даний момент Україна знаходиться серед лідерів серед вирощування соняшників у світі (світова частка становить 25%) [1]. Лідерство у вирощуванні соняшника дозволяє Україні набирати потужності по виготовленні олії. Незважаючи на військове вторгнення та вимушене замороження багатьох заводів через небезпеку потрапляння снарядів до екстракційного цеху, який є вибухонебезпечним, Україна є лідером серед вироблення та експорту олії соняшникової.

Основними країнами-виробниками у 2022-2023 роках були росія (5.8 млн т, +0.7 млн.т у порівнянні з попереднім сезоном), Україна (4.6 млн.т, -1.3 млн.т) та ЄС (4.4 млн.т, +1 млн.т). Також експортувала в попередньому сезоні 4.5 млн.т, та посіла перше місце в світі.[2]

На сьогодні більшість заводів використовує процес фільтрації олії напівавтоматизованим та автоматизованим і тільки на деяких заводах абсолютно автоматичним.

Автоматизація дозволяє в даному випадку: створити блокування увімкнення обладнання, якщо не увімкнене інше; налагодити контроль з одного пульта керування, або декількох, що дозволить більш швидко змінювати технологічний процес; дозволяє керувати процесом з персонального комп'ютера та записувати в

пам'ять події які виникали, показники та логути будь-які дії з системою тощо. Це дозволить зменшити відсоток людського фактору впливу на помилку, прискорити процес, налагодити автоматичний режим роботи, навіть встановити дистанційний контроль при необхідності. Налагодження автоматизованого процесу дозволить швидко реагувати на зміни в процесі і завод буде мати можливість переробити більшу кількість продукції за той самий час на тих же потужностях обладнання. Також це дає полегшення в керуванні, шляхом виключення зайвої інформації про деяке технічне налаштування обладнання.

Отримуючи дані із цифрових та аналогових датчиків рівня, тиску, температури, ми корегуємо процес з ПК, подаючи сигнал на клапани, та змінюючи навантаження на двигунах на двигунах за допомогою перетворювачів частот. Також маємо змогу вмикати та вимикати обладнання та цілі секції(за допомогою заблокованих режимів). Також це дає легкість в зборі даних про виробничу потужність та можливість легше визначати умови виникнення складнощів, час та причини.

Процес фільтрації пресової олії є складним і потребує уваги до деталей процесу для зменшення ризику як для людини, так і для технологічного процесу.

Пресова олія спочатку проходить грубу очистку шляхом відкидання з неї великих домішок, які легко відділити. Далі вона висушується та подається на другу обробку на спеціальні фільтра які проводять фільтрацію олію під тиском, на виході якої ми отримуємо вже досить чисту олію. Ці процеси відбуваються з високими температурами, тисками які вищі та нижчі від нормальних та з рухомими частинами.[3]

Надалі її можна додатково гідратувати та обробляти різними способами.

До автоматизації секції фільтрації процес роботи з фільтром передбачає постійне знаходження поряд з розігрітим фільтром особи, яка відповідальна за цей процес, і в залежності від певних властивостей процесу по часу, або по стану олії відкриває і закриває крани ручним способом.

Після автоматизації, людина може керувати відкриттям та закриттям клапанів з комп'ютера в декілька кліків, знаходячись в зручних умовах. Автоматизація також дозволяє налаштувати систему на автоматичний режим, який буде по часу або/та даним з датчиків керувати відкриттям та закриттям клапанів та зміною навантаження двигунів, їх ввімкненням та вимкненням, сповіщенням про відхилення від нормальних(заданих показників) тощо.

Отже, використовуючи автоматизовану систему фільтрації олії ми отримаємо більше можливостей в керуванні, зборі даних, швидкодію зміни технологічного процесу, зменшення ризику людського фактору, покращення умов для персоналу та зменшення навантаження на нього, збільшення потужностей вироблення продукції, шляхом правильно підібраних інтервалів та визначення необхідних навантажень, зменшення кількості виникнення аварій, що в свою чергу зменшує витрати за простої та ремонту.

#### Список літератури

1. Дані USDA, вирощування соняшників в період 2023/2024 (дані оновлено 16.11.23).
2. Ukrainian sunflower seeds and oil market 2022/23 <http://shareupotential.com/BE/ukrainian-sunflower-seeds-oil-2023.html>
3. Загальні технології харчових виробництв: Підручник / В.А. Домарецький, П.Л. Шиян, М.М. Калакура та ін. – К.: Університет «Україна», 2010. – 814 с

УДК:681.5

## **ОБҐРУНТУВАННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ КИСЛОТНОГО СЕРЕДОВИЩА ГАЗООЧИСНИХ ПРИСТРОЇВ ДИМОСОСІВ**

*К. Степаненко, студ. гр. АК-22 МЗ,*

*І. Березюк, доц., канд. техн. наук*

*Центральноукраїнський національний технічний  
університет*

Швидкий і інтенсивний розвиток промислових виробництв сприяє розширенню та різноманіттю технологічних процесів, які супроводжуються викидами в атмосферу величезної кількості сумішей, що містять пил і газ. Сучасні вимоги до підприємств харчової і легкої промисловості, металургійних комбінатів, нафтопереробних заводів, цементних і хімічних виробництв надають великого значення наявності ефективного газо- і пиловловлюючого обладнання. Одним із пріоритетних завдань є очищення відпрацьованих газів, що стає надзвичайно актуальним в різних галузях промисловості, а обладнання для газоочищення надзвичайно популярним.

У сучасному світі очищення повітря має вирішальне значення у санітарно-гігієнічному, екологічному та економічному контексті, що робить його ключовим заходом для захисту атмосферного повітря від шкідливих речовин і домішок, особливо на промислових підприємствах.

Очищення газів перш за все передбачає видалення різноманітних домішок з газових сумішей перед їх викидом в атмосферу. Це здійснюється з метою забезпечення санітарних умов в регіонах, прилеглих до промислових об'єктів, а також для підготовки газів до подальшого використання як хімічної сировини чи палива.

Самі домішки також можуть бути використані як цінні продукти.

Газоочищення включає в себе ряд процесів, таких як очищення від зважених частинок у вигляді пилу та туману, а також видалення домішок у пароподібному і газоподібному станах, які можуть бути небажаними при подальшому використанні або викиді газів.

Процес мокрого очищення газів є виключно механічним і використовується на завершальній стадії охолодження. Цей метод призначений для повного видалення всіх домішок з газу. Це досягається конденсацією частинок пара, які важчі за масою. Для промивання газів рідинами використовують скрубери різних конструкцій, які широко використовуються для уловлювання продуктів коксування, очищення газу від пилу, зволоження газів і їх охолодження в хіміко-технологічних процесах. Під час очищення може бути видалено один або кілька компонентів.

Зменшення негативного впливу людини на навколишнє середовище є важливим вимогом при розвитку технологічних процесів і виробництва. Наприклад, процес нейтралізації кислотного середовища в газоочисних пристроях димососів на заводах обробки руди призводить до утворення агресивних стоків, які перед виливом у навколишнє середовище потребують нейтралізації.

Автоматизація процесу нейтралізації кислих стоків на заводі обробки руди дозволяє досягти більшої точності підтримки рівня кислотності (рН) води, що скидається. Відхилення рівня рН в будь-якому напрямку від номіналу може завдати шкоди навколишньому середовищу.

За допомогою методів оптимізації, математичного моделювання об'єктів автоматизації і операційного обчислення, а також підвищення точності засобів

вимірювання можна розробити та вивчити систему керування технологічним процесом нейтралізації кислих стоків. Для цього потрібно розробити математичну модель процесу приготування суспензії з СаО для нейтралізації кислотного середовища газоочисних пристроїв і провести моделювання процесів приготування суспензії з заданим вмістом СаО та нейтралізації стоків з каплеуловлювачів газоочисних пристроїв.

## ЗМІСТ

<i>Р. Квасов, О. Сербул.</i> Дослідження процесу стабілізації температури матеріалу в циліндрах екструдера.	3
<i>М. Ангелов, О. Сербул.</i> Модернізація та дослідження системи керування швидкістю руху комбайну.	5
<i>С. Колесник, І. Березюк.</i> Вдосконалення процесу підтримування температурного режиму в трубопроводі ескімогенератора.	7
<i>А. Гумбатова, Д. Трушаков.</i> Дослідження процесу регулювання температури у вуликах на промисловій пасіці.	9
<i>С. Федосюк, М. Федотова.</i> Зерносушарка з киплячим шаром як об'єкт автоматизації.	11
<i>С. Кравцов, Р. Жесан, О. Голик, Р. Жесан.</i> Базові компоненти зростання енергоефективності та енергонезалежності.	19
<i>О. Пархомовський, Д. Трушаков.</i> Модернізація та дослідження системи керування процесом ферментації опари.	23
<i>Т. Криворіг, О. Голик, Р. Жесан.</i> Дослідження взаємозв'язку факторів, які впливають на фільтрацію та сатурацію дифузійного соку.	27
<i>Є. Панченко, О. Голик.</i> Класифікація автоматизованих систем керування металообробкою.	31
<i>О. Шаврунов, О. Голик.</i> оцінювання ефективності впровадження комбінацій сонячно-вітрових установок.	35

<i>О. Ситник, В. Кондратець, О. Дідик.</i> Розробка та дослідження системи автоматичного регулювання потоку хлібної маси зернозбирального комбайну.	39
<i>С. Яровий, О. Дідик.</i> Розробка та дослідження системи автоматичного регулювання температури сушки полотна флексографічної машини.	41
<i>М. Дідов, А. Мацуї.</i> Розробка системи автоматичного регулювання температури в ротаційній печі.	43
<i>О. Корніца, В. Кондратець.</i> Модернізація системи керування електроприводом відцентрового насосу для автоматизованого водопостачання.	46
<i>І. Рибак, А. Мацуї.</i> Вдосконалення системи фільтрації олії шляхом її автоматизації.	49
<i>К. Степаненко, І. Березюк.</i> Обґрунтування автоматизації процесу нейтралізації кислотного середовища газоочисних пристроїв димососів.	52



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**  
НАУКОВОГО СЕМІНАРУ  
**«АВТОМАТИКА ТА КОМП'ЮТЕРНО-  
ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОМИСЛОВОСТІ  
ТА АГРОПРМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ»**

9 листопада 2023 р.  
м. Кропивницький

*Редактор – Д.В. Трушаков*

*Комп'ютерний набір і верстка - Д.В. Трушаков*

Затверджено 09.11.2023 р. Формат 60x90/16.

Умов. друк. арк. 1,52.

© ЦНТУ, 25030, м. Кропивницький, пр. Університетський, 8, тел.  
(0522) 590-420