

*к.т.н. Захожай О.І.,  
Шевцова А.С.  
(ДонДТУ, м. Алчевськ, Україна)*

## **ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ НЕПРЯМОГО АНАЛІЗУ СТАНУ КОКСОВОЇ ПЕЧІ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ**

*Розглянутий принцип побудови автоматизованої системи непрямого контролю стану коксової печі засобами комп'ютерного зору.*

**Ключові слова:** *інформаційна модель, коксова піч, комп'ютерний зір, зображення, локальний перегрів.*

*Рассмотрен принцип построения автоматизированной системы непрямого контроля состояния коксовой печи средствами компьютерного зрения.*

**Ключевые слова:** *информационная модель, коксовая печь, компьютерное зрение, изображение, локальный перегрев.*

На сьогоднішній день розвиток коксохімічного виробництва є стратегічним напрямком промислової політики України. Це пов'язано з тим, що значна доля Українського експорту припадає на продукцію металургійної та коксохімічної промисловості. При цьому, для забезпечення конкурентоспроможності, необхідне вдосконалення виробничих технологій шляхом підвищення якості виробництва та зниження його енергоємності.

Для здійснення якісного процесу спікання коксу необхідно забезпечити рівномірний просторовий розподіл температури прогріву шихти [1]. Однак, кожна піч в коксовій батареї має індивідуальні особливості, які впливають на розподіл температури нагріву. До того ж, в коксовій печі можуть з'являтися дефекти, які призводять до надходження повітря у робочу зону печі і локального перегріву [2]. Все це призводить до нерівномірного спікання коксу і зниження його якості.

У дійсний час, аналіз стану коксової печі здійснюється за певним графіком під час візуального огляду, який потребує зупинки технологічного процесу. Деякі підприємства коксохімічної промисловості використовують систему пірометрів, що здійснюють вимір температури в процесі видачі готового коксу. Але цей метод не дає можливості в повній мірі оцінити просторовий розподіл температури та виявити дефекти печі.

Таким чином, існує необхідність розробки нового ефективного методу аналізу стану коксової печі без зупинки технологічного процесу, а також створення системи непрямого аналізу стану коксової печі.

Складність цього завдання полягає у неможливості контролю стану печі під час спікання, так як неможливе встановлення будь-яких датчиків у робочій зоні.

Для вирішення цього питання пропонується використання системи комп'ютерного зору для аналізу ділянок локального перегріву коксового «пирога», що дозволить визначити наявність, місце розташування та розмір дефектів.

Реалізація такого методу доцільна через запровадження автоматизованої системи непрямого аналізу стану коксової печі та підтримки прийняття рішень щодо дефектності технологічного обладнання.

При розробці системи непрямого аналізу стану коксової печі важливим є забезпечення ефективного функціонування окремих підсистем і усієї системи в цілому. Для цих цілей необхідний комплексний підхід до задачі збору, обробки інформації та управління і оптимізація інформаційних потоків передачі даних. Розробка інформаційної моделі системи контролю допомагає у вирішенні цих питань і дозволяє наглядно уявити сумісне функціонування усіх підсистем однієї системи.

Інформаційна модель, як особливим образом організована сукупність інформації, що представляється оператору на автоматизованих робочих місцях може бути описана з морфологічної, функціональної та інформаційної точки зору [3].

Запропонована інформаційна модель системи непрямого аналізу стану коксової печі проілюстрована на рисунку 1.

В систему входять три основні модулі: головний модуль, модуль підтримки прийняття рішень та модуль обробки зображень.

Головний модуль системи забезпечує часову синхронізацію процесів обробки інформації різними модулями та забезпечує їхню взаємодію. З початку роботи системи, головний модуль здійснює початкову ініціалізацію. У випадку позитивного результату ініціалізації дозволяється робота системи. У протилежному випадку – поточна інформація надходить до оператора, який з використанням евристичних здібностей приймає рішення щодо функціонування системи.

Задача переключення ниток процесів дозволяє координувати роботу модулів системи у логічній послідовності обробки даних: отримання зображення, перетворення, співставлення, логічний вивід.

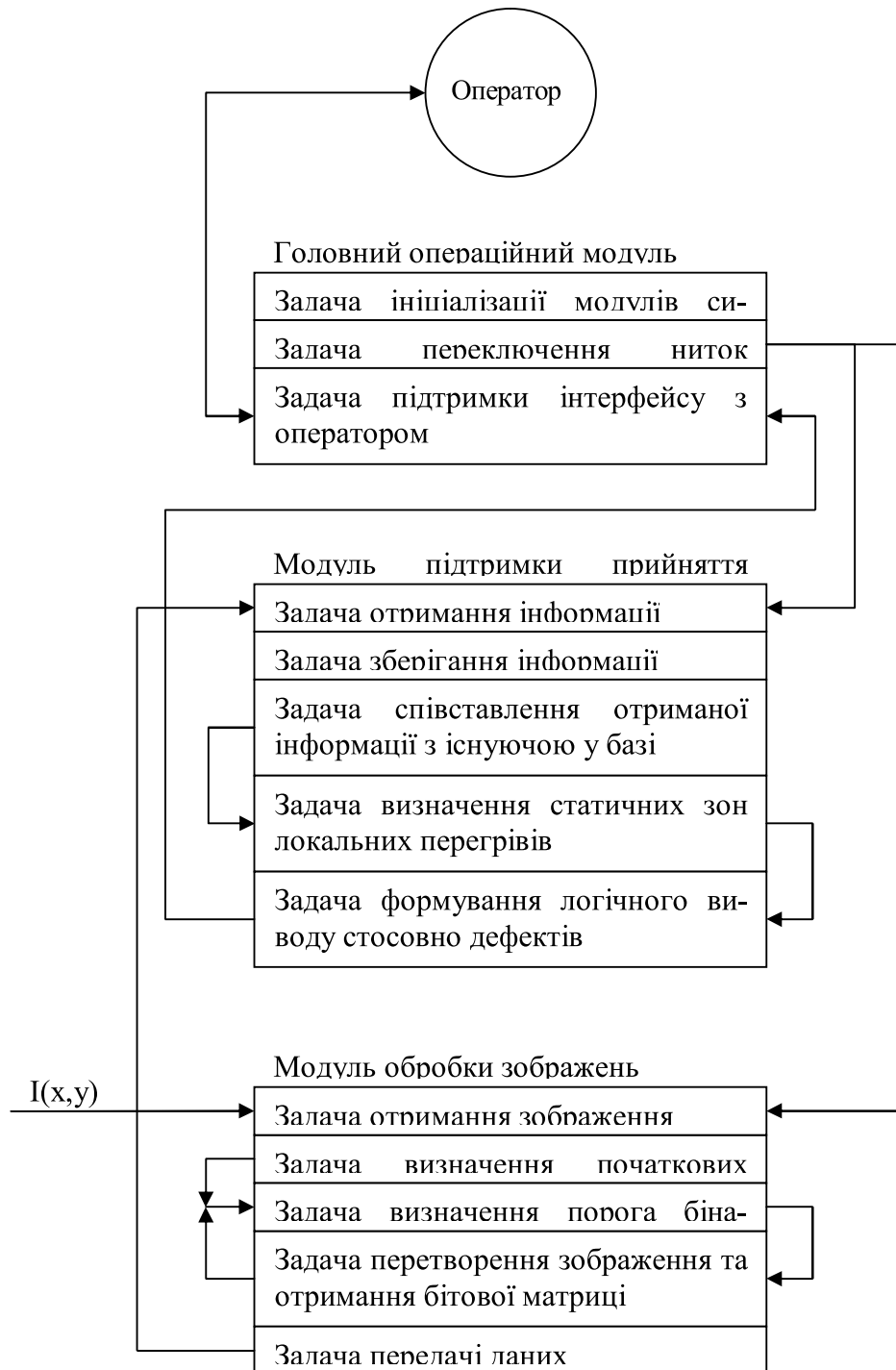


Рисунок 1 – Інформаційна модель системи непрямого аналізу стану коксової печі засобами комп'ютерного зору

На етапі вивантаження готового коксового «пирога» система комп'ютерного зору реєструє зображення його поверхні  $I(x,y)$ , яке надходить до модулю обробки зображень. Після попередньої обробки, яка необхідна для виділення можливих перешкод, зображення аналізується щодо атрибутів яскравості пікселів та визначається пороговий рівень,

необхідний для виконання задачі бінарзації. Пороговий рівень визначається за умови отримання одиничних значень у бітовій матриці в зонах локального перегріву та нульових у інших зонах. Надалі усі зони з нульовими значеннями в бітовій матриці будуть прийматися за фон. У відповідності до умов отримання зображення та початкових умов, заданих у системі, пошук порога бінарзації носить ітераційний характер.

Після отримання бітової матриці вона передається з модулю обробки зображень до модулю підтримки прийняття рішень, де зберігається для аналізу у наступних циклах роботи системи.

Надалі, модуль підтримки прийняття рішень виконує задачу співставлення отриманої матриці з попередніми збереженими. Під час співставлення визначається наявність співпадаючих зон з одиничною яскравістю. Якщо отримані в матриці одиничні зони не співпадають з раніше отриманими, то поява такої зони рахується стохастичною. Стохастичність зон локального перегріву може бути пояснена неоднорідністю структури коксового «пирога», неякісними показниками шихти, або неякісною її формовкою. Якщо під час співставлення матриць визначаються статичні області одиничної яскравості, то поява таких областей пояснюється постійними умовами локального перегріву під час різних технологічних циклів. В цьому випадку, системою прийняття рішень може бути сформований логічний висновок щодо наявності дефекту.

Слід зазначити, що наявність геометричної прив'язки бітових матриць до зображення коксового «пирога», який практично співпадає за формою та розмірами з робочою зоною печі (геометричні розміри «пирога» менше геометричних розмірів робочої зони на величину зазору), дозволяє визначити розташування, розміри та геометричну форму дефектів. Крім цього, аналіз бітових матриць отриманих під час різних технологічних циклів дозволяє визначити динаміку розвитку дефектів.

Доцільність та зручність використання методів аналізу зображень для непрямого аналізу стану коксової печі підтверджується тим, що для реалізації не потрібні високошвидкісні алгоритми розпізнавання, так як проміжку часу, між вивантаженням готового коксового «пирога» та завантаженням шихти на наступному технологічному циклі, цілком достатньо для проведення обчислювальних процесів. Крім цього, аналіз зображень можна проводити при низькому розрішенні, що також знижує часову складність процесу аналізу.

Таким чином, запропонована інформаційна модель дозволяє розробити автоматизовану систему непрямого аналізу стану коксової печі засобами комп'ютерного зору, оптимізувати інформаційні потоки в системі з метою зниження часової складності процесів обробки даних.

Використання запропонованого метода аналізу стану коксової печі, який оснований на аналізі просторового розподілу температури кок-

сового пірога на етапі його видачі, дозволяє здійснювати виявлення дефектів технологічного обладнання без зупинки технологічного процесу, що підвищує ефективність виробництва і знижує витрати.

Запропонована система непрямого аналізу стану коксової печі дозволяє автоматизувати процес виявлення дефектів та реалізувати підтримку прийняття рішень стосовно необхідності проведення ремонту технологічного обладнання.

Запропоновані технічні рішення направлені на підвищення технічної та економічної ефективності процесу виготовлення коксу.

### **Бібліографічний список**

1. Харламович Г.Д. *Технология коксохимического производства*. – М: Нефть-газ, 1995.

2. Сухоруков В.И. *Научные основы совершенствования техники и технологии производства кокса*. – М: Нефть-газ, 1999.

3. Козак Ю.А. *Принципы и методы создания информационных моделей в автоматизированных системах управления* / Орлова Е.Ю., Кучерявый Д.Ю. // *Труды Одесск. политехн. ун-та: Научн. и практ. сб. по техн. и естетств. наукам* – Одесса. – 2003. – Вып. №1(19). – С. 135-139.

*Рекомендовано до друку к.т.н., проф. Паерандом Ю.Е*