

КОНТРОЛЬ ЗМОЧУВАННЯ В ПРОМИСЛОВИХ УМОВАХ ОПТИЧНИМ МЕТОДОМ

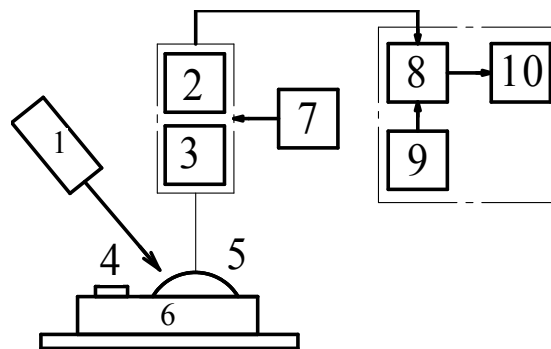
Боднар Р.Т., Біліщук В.Б.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

В сучасних умовах виробництва зростає роль неруйнівних методів контролю, в т.ч. і використання капілярних методів із використанням пенетрантів. Тому ведеться постійне вдосконалення існуючих та розробка нових рецептур пенетрантів. Їхні властивості оцінюються переважно тільки якісно, без кількісної оцінки (наприклад, змочувальну властивість пенетранту оцінюють візуально: чи розтікається пенетрант, чи збирається в краплі). Крім того змочування відіграє суттєву роль в різних виробничих процесах, зокрема в поліграфії, нафтовидобутку, сільському господарстві і ін. [1].

Параметром, що визначає змочувальну властивість твердих тіл рідинами, є крайового кута змочування (к.к.з.). Серійних промислового виготовлення приладів для контролю к.к.з. немає, тому дослідники використовують в основному підручні засоби, найчастіше застосовують фотографування крапель або проектування їхнього профілю на екран, а на отриманих зображеннях проводять прямі вимірювання к.к.з. Такі методи є недостатньо точними. Для підвищення точності та оперативності контролю к.к.з. використано сучасні оптоелектронні засоби, які функціонують сумісно з персональними компютерами (ПК), що дозволяє автоматизувати процес контролю к.к.з. Зокрема з цією метою використано портативний цифровий мікроскоп типу "Shinevisiondigitale", з допомогою якого отримується зображення контуру краплі досліджуваної рідини на поверхні досліджуваного об'єкта.

З метою проведення досліджень к.к.з. в промислових умовах розроблено установку, схему якої показано на рис. 1.



1 – освітлювач, 2 – цифровий мікроскоп, 3 – об'єктив, 4 – калібр, 5 – крапля, 6 – об'єкт контролю, 7 – штатив, 8 – ПЕОМ, 9 – клавіатура, 10 – дисплей

Рисунок 1 – Схема установки для контролю змочування

Цифровий мікроскоп 2 встановлюють на спеціальному штативі, що дозволяє зафіксувати мікроскоп у потрібному просторовому положенні біля об'єкта контролю. На ділянку де буде проводитись визначення к.к.з., спочатку встановлюють спеціальний спеціальний еталон довжини. Його зображення, отримане за допомогою мікроскопа, служить для калібрування вимірювань. Далі на цю ділянку об'єкта контролю наносять за допомогою прецизійного дозатора краплю

досліджуваної рідини. Її зображення заносять у пам'ять персонального комп'ютера для обробки.

Розрахунок к.к.з. базується на площі розтікання краплі по поверхні контрольованого об'єкта. Визначення площі основи краплі на цифровому зображенні здійснюють в декілька етапів. Спочатку визначають точки межі основи краплі на зображенні з використанням алгоритму відділення об'єкту від фону по яскравості точок зображення. Цей алгоритм не є достатньо точним. Тому, з метою прецизійного визначення точок межі основи краплі на наступному етапі використовують алгоритм Кенні, який працює у вікні 13x13 пікселів в околі точки, визначеної на попередньому етапі. Згідно з алгоритмом Кенні здійснюють фільтрування зображення за допомогою оператора Гауса, який є фільтром низьких частот і призначений для зменшення шумів на зображенні; обчислюють модуль градієнта яскравості зображення з допомогою оператора Собела.

Шуми, що присутні на зображенні, мають значний вплив на результат визначення градієнта яскравості оператором Собела. Причиною появи шумів є теплові шуми в ПЗЗ-матриці фотокамери. Найпростішим є оператор, в якому яскравість точки у відфільтрованому зображенні рівна середньому арифметичному значенню яскравостей сусідніх точок. Такому операторові властивий недолік — спотворення контурів об'єктів на зображенні. Цей недолік суттєво зменшений в операторові Гауса.

Градієнт яскравості з допомогою оператора Собела розраховують по рядках (горизонтальний градієнт) та стовпцях (вертикальний градієнт) матриці F . Результатом розрахунку є матриці U та V , значення елементів яких розраховують за виразами:

$$U_{z,x} = \sum_{k=z-1}^{z+1} \sum_{l=x-1}^{x+1} (F_{k,l} \cdot u_{k-z+1,l-x+1}); \quad V_{z,x} = \sum_{k=z-1}^{z+1} \sum_{l=x-1}^{x+1} (F_{k,l} \cdot v_{k-z+1,l-x+1}), \quad (1)$$

де u, v — матриці операторів Собела.

Модуль градієнта $G_{i,j}$ визначають наступним чином:

$$G_{z,x} = \sqrt{U_{z,x}^2 + V_{z,x}^2}. \quad (2)$$

Максимальне значення градієнта у вказаному вікні відповідає точці, яка є межею основи краплі. На завершальному етапі відбувається сканування цифрового зображення з метою підрахунку кількості пікселів, які належать основі краплі. На основі цього підрахунку і попередньо здійсненого калібрування приладу розраховують дійсну площу контакту краплі із поверхнею об'єкта і значення к.к.з.

Перелік використаних джерел:

1. *Физическая химия. Современные проблемы. Ежегодник.* / Под ред. Я. М. Колотыркина. М.: Химия. – 1988. С. 180-220.