

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Азадський університет
Каракалтакський державний університет
Київський національний університет технологій та дизайну
Луцький національний технічний університет
Національна металургійна академія України
Національний університет «Львівська політехніка»
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Одеський національний політехнічний університет
Сумський національний аграрний університет
Східно-Казахстанський державний технічний
університет ім. Д. Серікбаєва
Технічний університет Кошице
Українська асоціація якості
Українська інженерно-педагогічна академія
Університет Барода
Університет ім. Й. Гуттенберга
Університет «Politechnika Świętokrzyska»
Харківський національний університет
міського господарства ім. О. М. Бекетова
Херсонський національний технічний університет

СИСТЕМИ РОЗРОБЛЕННЯ ТА ПОСТАНОВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ НА ВИРОБНИЦТВО. ІНДУСТРІЯ 4.0. СУЧАСНИЙ НАПРЯМОК АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ОБМІНУ ДАНИМИ У ВИРОБНИЧИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції
(м. Суми, 22–26 травня 2017 року)



Сайт конференції: <http://srpv.sumdu.edu.ua>.

Суми
Сумський державний університет
2017

ДОСЛІДЖЕННЯ КУТА ЗМОЧУВАННЯ ПОВЕРХНІ ЗА ДОПОМОГОЮ ОПТИЧНОЇ МІКРОСКОПІЇ

*Дорогань Н.О., к.т.н.; Сікорський О.О., Миронюк О.В., к.т.н.
Національний технічний університет України "КПІ ім. Ігоря Сікорського",
Україна, Київ*

Змочування – явище, що виникає при контакті рідини з поверхнею твердого тіла. У більшості випадків рідина, яка нанесена на тверде тіло, не розтікається, а залишається у вигляді краплі, що контактує з твердою фазою під певним кутом, так званим крайовим кутом змочування. Якщо крайовий кут більше 90° , кажуть, що рідина не змочує тверде тіло - краплі відносно легко рухаються по поверхні і не проникають у капіляри і пори (рис. 1). Така поверхня називається гідрофобною. У той же час вважають, якщо рідина, повністю змочує тверде тіло - її крайовий кут дорівнює нулю (гідрофільна поверхня).

Для визначення виду твердої поверхні при взаємодії з рідиною (гідрофобна або гідрофільна) необхідно виміряти точне значення крайових кутів. Існує кілька способів вимірювання крайових кутів, але всі вони так чи інакше пов'язані з безпосереднім вимірюванням кута оптичними засобами.

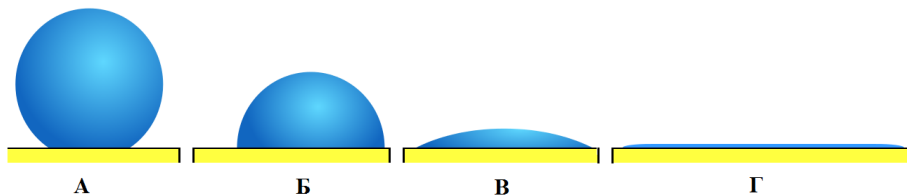


Рис. 1. Приклади змочування рідиною твердих поверхонь:

А – супергідрофобна поверхня, $\Theta > 150^\circ$;

Б – гідрофобна поверхня, $\Theta > 90^\circ$;

В – гідрофільна поверхня, $\Theta < 90^\circ$;

Г – повне змочування поверхні, повне розтікання рідини $\Theta = 0^\circ$.

Крайовим кутом (кутом змочування) називається кут, який утворює крапля рідини на поверхні твердої речовини до даної поверхні. Розмір крайового кута між рідиною і твердою речовиною залежить від взаємодії між речовинами на контактній поверхні. Чим незначніше взаємодія, тим більше значення крайового кута. Визначивши крайовий кут можна дізнатися певні властивості поверхні, як наприклад, поверхневу енергію. Чим більше крайовий кут, тим важче змочити поверхню і тим менше сила взаємодії чужорідних речовин до поверхні. На рис. 2 зображено схему вимірювання кута змочування твердої поверхні рідиною.

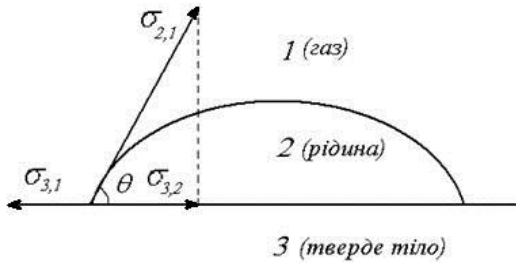


Рис. 2. Сили, що діють на краплю на поверхні матеріалу.

θ – крайовий кут змочування твердого тіла рідиною;
 $\sigma_{3,1}$ - сила, яка діє між твердим тілом і газом і прагне розтягнути краплю;
 $\sigma_{3,2}$ – стягує краплю і діє між рідиною і твердим тілом;
 $\sigma_{2,1}$ – діє між газом і рідиною.

Кут змочування поверхні є комплексним параметром та пов'язує між собою такі величини як поверхнева енергія рідини, субстрату та атмосфери і його можна описати за рівнянням Юнга (1):

$$\cos\theta = \frac{\sigma_{3,1} - \sigma_{3,2}}{\sigma_{2,1}} \quad (1)$$

де $\sigma_{3,1}$ – міжфазний поверхневий натяг тверде тіло-повітря; $\sigma_{3,2}$ – рідина – матеріал; $\sigma_{2,1}$ – рідина-повітря. У випадку рівноваги цих сил (2);

$$\sigma_{3,1} = \sigma_{2,1} \cos\theta + \sigma_{3,2} \quad (2)$$

При ретельному виконанні всіх правил вимірювання кута змочування, методика дозволяє отримувати результати з високою точністю (помилка складає не більше 0,5 % від значення кута).

Безпосереднє вимірювання кута змочування можливо здійснювати шляхом проектування контурів краплі на екран, але більш зручним і практичним є використання мікроскопу з кутовимірювальним модулем, який зображений на рис 3.

Для набуття практичних навичок слід дослідити всі типи поверхонь по відношенню до рідини. Спочатку отримують і готують до випробувань зразки досліджуваних поверхонь. Перед початком роботи бажано пересвідчитися в чистоті поверхні, видалити з неї залишки бруду та пилу за допомогою фільтрувального паперу. Для знежирення поверхні можна використовувати ацетон. Потім слід зачекати деякий час до повного висихання поверхні. Далі досліджувану поверхню можна розмістити на предметному столику мікроскопу.

Нанесення крапель змочуючої рідини слід проводити за допомогою шприцю з голкою. Для відтворюваності результатів дослідження бажано володіти правильною технікою нанесення крапель.

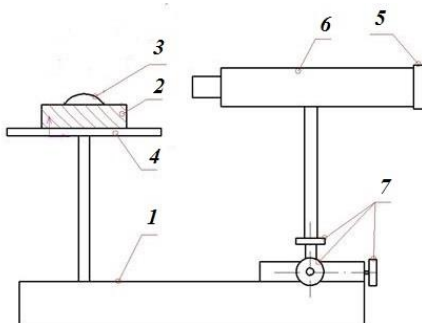


Рис 3. Схема мікроскопу з кутовимірювальним модулем

- 1 – станина мікроскопу; 2 - підкладка;
 3 – крапля; 4 – предметний столик;
 5 – окуляр; 6 – тубус мікроскопу;
 7 – гвинти для наведення на краплю.

Існує декілька правил, які слід застосовувати при нанесенні крапель рідини на досліджувану поверхню:

- 1) Проміжок часу між нанесенням краплі і вимірюванням кута змочування за допомогою мікроскопу повинен бути однаковий, через дію на краплю сили тяжіння та капілярних сил досліджуваної речовини;
- 2) Розміри крапель мають бути однаковими у всіх досліджах, бажано не робити краплі занадто великими, через дію сили тяжіння на краплю;
- 3) Краплю на поверхню бажано повільно і обережно наносити/висаджувати через голку шприця майже впритул, а не з різної висоти, відносно поверхні;
- 4) Дослідження одної і тієї ж краплі через деякий проміжок часу є недоречним;
- 5) Нанесення наступних крапель на один і той же субстрат необхідно робити на деякій відстані від нанесення попередньої краплі або після повного висихання досліджуваного матеріалу.

Для набуття і закріплення практичних навичок бажано дослідити не менше трьох матеріалів з відмінними типами змочуваності по відношенню до полярних та неполярних рідин.

Оптичний мікроскоп з електронною приставкою, для вимірювання кута змочування.

Перелік літератури

1. Сумм Б.Д., Горюнов Ю.В. Физико-химические основы смачивания и растекания М., Химия, 1976. — 232 с.
2. Зимон А.Д. Адгезия жидкости и смачивание М.: Химия, 1974. – 416 с.