

## ВИЗНАЧЕННЯ КУТА ЗМОЧУВАННЯ ДЕРЕВИНИ КЛЕЄМ ЗА ДОПОМОГОЮ USB- МІКРОСКОПА

Шевченко С.А., к.т.н., доцент

*(Харківський національний технічний університет  
сільського господарства ім. Петра Василенка)*

*Розроблена методика визначення похибки вимірювання кута змочування внаслідок перетинання площини зразка деревини оптичною віссю мікроскопа. Показано, що для типових значень кута змочування деревини клеями ця похибка є сумірною з кутом між оптичною віссю мікроскопа та площиною зразка деревини.*

**Постановка проблеми.** Оскільки вимоги стандартів до якості меблів і виробів будівельного призначення перевищують природні властивості деревини, то все більшого поширення здобувають вироби з клеєної масивної деревини, при виготовленні яких неприпустимі вади деревини видаляють. Якість клейового з'єднання в значній мірі залежить від адгезії клею до деревини; необхідною передумовою якісного склеювання є належне змочування деревини клеєм [1]. Під змочуваністю розуміють здатність рідкого клею (розчину або розплаву) розтікатися по поверхні твердого тіла внаслідок дії сил притягання між частинками рідкої та твердої речовини [2]. Змочуваність характеризується кутом змочування – одним з крайових кутів, які утворюються поверхнею розподілу трьох фаз (твердої, рідкої і газової) і визначаються вільною поверхневою енергією [3]. Цей показник є важливим, зважаючи, зокрема, на властивість екстрактивних речовин деревини хвойних порід мігрують на її поверхню, де вони концентруються і блокують утворення можливого адгезійного контакту (утворюється інактивованій поверхневий

шар) [4]. Змочуваність деревини також можуть погіршувати різноманітні забруднювачі.

### **Аналіз досліджень і публікацій.**

У деревообробці для вимірювання кута змочування традиційно використовуються прилад МИС-11, який працює за принципом щілинного світлового перерізу поверхні. Він складається з двох тубусів: тубуса, що проектує світлову смугу, та мікроскопа спостереження, які розміщені один відносно іншого під кутом  $90^\circ$ . Однак цей прилад уже не виготовляється, а більшість вимірювальних установок, рекомендованих в [5], є надто складними.

Дослідження з контролю якості склеювання, здебільшого, присвячені методам руйнівного та неруйнівного контролю клейових з'єднань – зразків, склеєних спеціально або вирізаних з готової продукції [1, 2]. З метою запобігання погіршенню якості клеєних виробів доцільно було б попередньо контролювати кут змочування, який є узагальненим параметром, чутливим і до фізико-механічних властивостей клею, і до стану поверхні деревини.

Оскільки технології склеювання використовує все більша кількість малих підприємств, то доцільно проаналізувати можливість визначення кута змочування деревини клеєм за допомогою достатньо поширених USB-мікроскопів.

**Метою даної роботи** оцінювання похибки, яка може мати місце при визначенні кута змочування деревини клеєм за допомогою USB-мікроскопа.

### **Виклад основного матеріалу.**

Оскільки клеї добре змочують деревину, розглядатимемо лише кути змочування, менші, ніж  $90^\circ$ . Необхідною передумовою є порівняно малий розмір краплі, що дає змогу не приймати до уваги вплив сили земного тяжіння на форму краплі [3]:

$$R < \sqrt{\frac{2\sigma}{\rho g}}, \quad (1)$$

де  $R$  – радіус краплі, м;

$\sigma$  – поверхневий натяг, Дж/м<sup>2</sup>;

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>.

Кут змочування доцільно визначати методом проекції краплі, вимірюючи висоту та радіус площадки контакту краплі [3]:

$$\theta = 2 \operatorname{arctg} \frac{h}{r}, \quad (2)$$

де  $\theta$  – кут змочування, град;

$h$  – висота краплі, м;

$r$  – радіус площадки контакту краплі, м.

Оскільки результат обчислення залежить лише від співвідношення вказаних розмірів, то нема потреби в забезпеченні точних вимірювань абсолютних розмірів, що дає змогу використовувати USB-осцилограф.

При використанні спеціалізованого обладнання [5] оптична вісь вимірювального мікроскопа є практично паралельною площині досліджуваного зразка. При роботі з дерев'яними деталями у виробничих умовах неминуче перетинання площини зразка деревини оптичною віссю USB-мікроскопа. Якщо ділянка оптичної вісі, що знаходиться в межах мікроскопу, розташовується нижче площини зразка, то частина краплі не спостерігається, оскільки є “затіненою” краєм зразка. Оскільки це призведе до значних похибок вимірювання і висоти краплі, і радіуса її площадки контакту, то таке розташування є неприйнятним. Якщо ж зазначена ділянка розташовується вище площини зразка під кутом  $\alpha$  (див. рис. 1), то це призведе до похибки вимірювання висоти краплі (замість фактичної висоти  $h$  буде виміряна висота  $H$ ), а на вимірювання радіуса площадки контакту краплі не вплине.

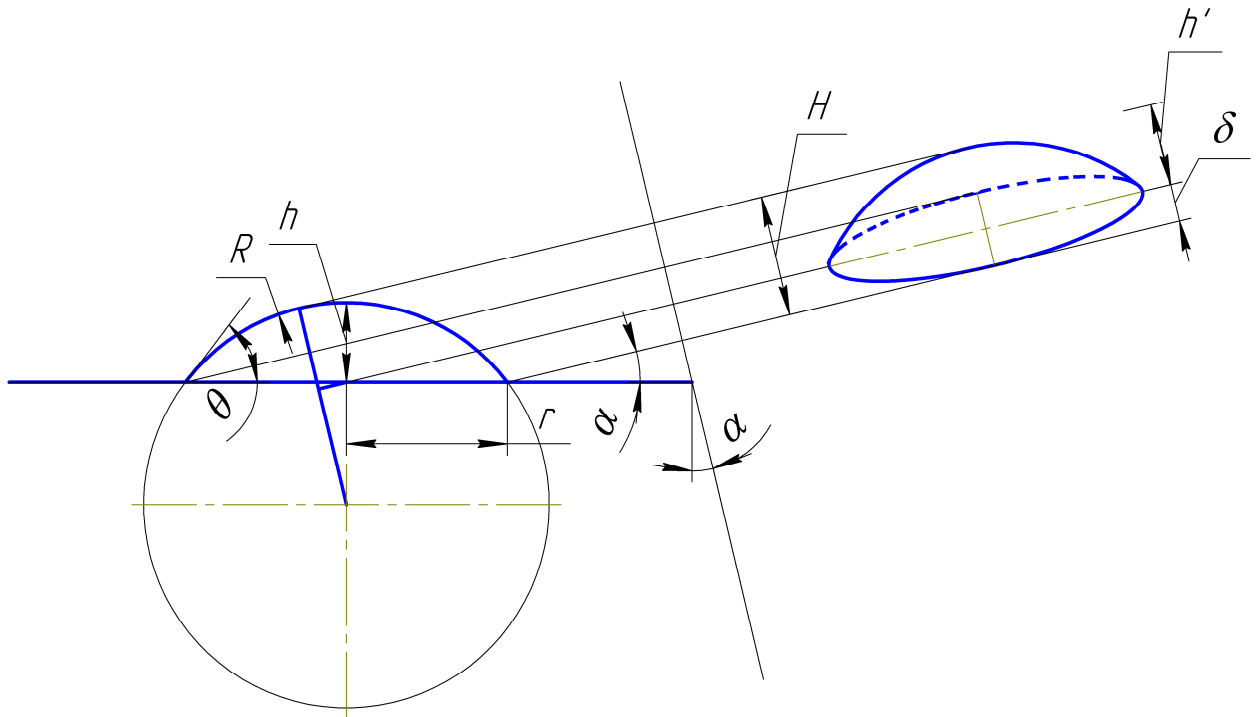


Рисунок 1 – Схема побудови зображення краплі в мікроскопі.

Проаналізуємо, як вплинуть геометричні перетворення, зображені на рис.1, на результат обчислювання кута змочування:

$$\theta' = 2 \arctg \frac{H}{r} = 2 \arctg \frac{h' + \delta}{r}, \quad (3)$$

де  $\theta'$  – вимірне значення кута змочування, град;

$h'$  – відстань від центру площадки контакту до найвищої точки проекції краплі, м;

$\delta$  – менша піввісь проекції площадки контакту краплі, м.

Визначимо відстань від центру площадки контакту до найвищої точки проекції краплі – див. рис. 1:

$$h' = R - (R - h) \cos \alpha, \quad (4)$$

де  $R$  – радіус краплі, м;

$\alpha$  – кут між оптичною віссю мікроскопа та площиною зразка, град.

Використовуючи (2) і наступне співвідношення між радіусом краплі, радіусом її площадки контакту та кутом змочування

$$r = R \sin \theta, \quad (5)$$

перетворимо (4):

$$h' = \frac{r}{\sin \theta} (1 - \cos \alpha) + h \cos \alpha . \quad (6)$$

Визначимо меншу піввісь проекції площадки контакту краплі (див. рис. 1):

$$\delta = r \sin \alpha . \quad (7)$$

Перетворимо (3) з урахуванням (2, 6, 7):

$$\theta' = 2 \operatorname{arctg} \left( \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \theta} + \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \cos \alpha + \sin \alpha \right) , \quad (8)$$

Обчислимо похибку вимірювання кута:

$$\Delta \theta = \theta' - \theta = 2 \operatorname{arctg} \left( \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \theta} + \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \cos \alpha + \sin \alpha \right) - \theta , \quad (9)$$

де  $\Delta \theta$  – похибка вимірювання кута змочування, град.

Залежність похибки вимірювання кута змочування від кута між оптичною віссю мікроскопа та площиною зразка показана на рис. 2.

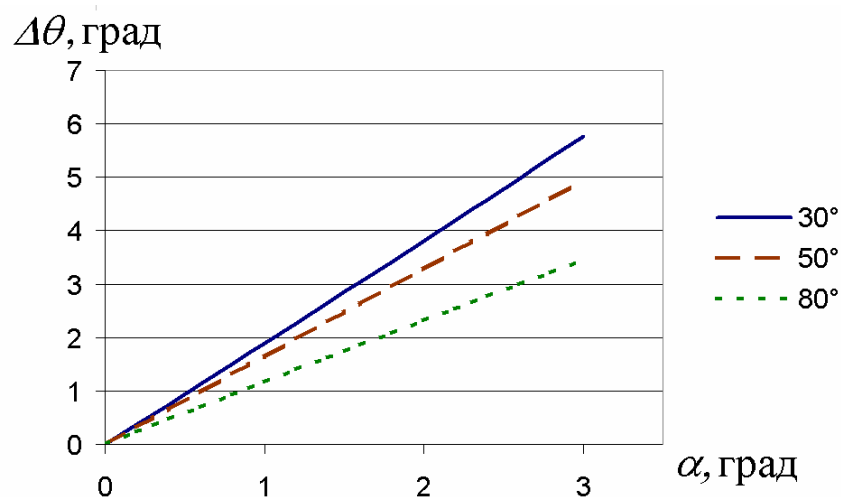


Рисунок 2 – Залежність похибки вимірювання кута змочування від кута між оптичною віссю мікроскопа та площиною зразка

Як показує аналіз формули (9), похибка вимірювання визначається, здебільшого, складовою, пропорційною синусу кута між оптичною віссю мікроскопа та площиною зразка. Отже, похибка вимірювання кута змочування може бути зменшена, якщо в якості висоти краплі використовувати не висоту зображення краплі  $H$  (див. рис. 1), а відстань  $h'$  від центру площадки контакту до найвищої точки проекції краплі.

**Висновки.** Розроблено методику визначення похибки вимірювання кута змочування залежно від кута перетинання площини зразка оптичною віссю мікроскопа. За умови, що зазначений кут не перевищує кількох градусів, досліджена складова похибки вимірювань знаходиться в межах, типових для методу проекції краплі ( $1..5^\circ$  відповідно до [5]). Отже, є можливим використання USB-мікроскопів для виробничого контролю кута змочування деревини клеєм. Перспективним напрямком подальших робіт є зменшення похибки шляхом вимірювання фактичного значення кута перетинання площини зразка оптичною віссю мікроскопа та введення відповідної поправки в результат обчислення кута змочування.

## Список літератури

1. Волынский В.Н. Технология клееных материалов. –Архангельск: Изд-во Архангельского гос. техн. ун-та, 2003. –280 с.
2. Михайлівська Г.Є. Клеї для склеювання деревини / Г.Є. Михайлівська, В. В. Панов. –Львів: Афіша, 2002. –179 с.
3. Адамсон А. Физическая химия поверхностей / Перевод с англ. –М: Мир, 1979. – 568 с.
4. Нощенко Г.В., Тимик Д.В. Вплив модифікування лущеного шпону на рН його поверхні / Науковий вісник НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.1. – С.125–129.
5. Технология материалов и изделий электронной техники / Г.Д. Кротова, В.Ю. Дубровин, В.А. Титов, Т.Г. Шикова. –Иваново: ГОУ ВПО Ивановский гос. хнм.-технол. ун-т, 2007. –156 с.

## **Аннотация**

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛА СМАЧИВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ КЛЕЕМ С ПОМОЩЬЮ USB-МИКРОСКОПА**

Шевченко С.А.

*Разработана методика определения погрешности измерения угла смачивание вследствие пересечения плоскости образца дерева оптической осью микроскопа. Показано, что для типичных значений угла смачивания дерева клеями эта погрешность соизмерима с углом между оптической осью микроскопа и плоскостью образца дерева.*

## **Abstract**

### **DETERMINATION OF THE CONTACT ANGLE OF WOOD GLUE WITH USB-MICROSCOPE**

Shevchenko S.

*The method of determination of measurement error due to the contact angle of intersection of the plane of the optical axis of the sample tree microscope. It is shown that for typical values of the contact angle of wood adhesives, this error is comparable to the angle between the optical axis of the microscope and the sample plane tree.*