

ЗМОЧУВАНІСТЬ СТІНКИ КАНАЛУ З КАПІЛЯРНО-ПОРИСТИМ ПОКРИТТЯМ ПЛІВКОЮ РІДИНИ

Д. т. н. В. О. Туз, к. т. н. Н. Л. Лебедь

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Україна, м. Київ
valeriituz56@gmail.com, nata.lebeddom@gmail.com

Представлено експериментальні значення рівноважних крайових кутів при змочуванні різними рідинами дроту капілярно-пористого покриття, виготовленого з різних матеріалів. Отримані результати необхідно врахувати при виборі теплоносія та оптимізації геометричних характеристик і параметрів теплової труби при проектуванні систем охолодження радіоелектронної апаратури.

Ключові слова: теплова труба, капілярно-пориста структура, крайовий кут змочування.

На даний час розвиток електроніки пов'язаний з мініатюризацією елементної бази та приладів загалом. Внаслідок цього значно збільшується теплове навантаження на прилад, і для забезпечення температурного режиму застосовуються системи охолодження на основі теплових труб (ТТ). Гідродинаміка теплоносія у теплових трубах визначається процесом взаємодії рідини та пари в транспортній зоні. Значною мірою цей процес залежить від роду теплоносія, теплової потужності й умов розподілення плівки рідини по периметру внутрішньої поверхні ТТ. Важливою характеристикою, яка впливає на гідродинаміку плівкової течії, є поверхневий натяг σ і крайовий кут змочування θ . З літератури відомо про достатньо детально досліджені процеси змочування гладких і шорстких поверхонь різними рідинами [1]. Слід зазначити, що наведені дані щодо крайових кутів змочування θ для системи «пара — рідина — поверхня тіла» змінюються в широкому діапазоні значень. Це пояснюється не похибкою при отриманні експериментальних даних, а в основному обраним методом вимірювання і реальними властивостями рідини та поверхні твердого тіла.

Змочування поверхонь каналів з капілярно-пористим покриттям в порівнянні з гладкими й шорсткими поверхнями має ряд особливостей. Ці особливості проявляються в зміні на поверхнях з капілярно-пористим покриттям основних показників, які характеризують адгезію і змочування та істотно впливають на залежність товщини плівки від капілярного тиску меніска у порі або від відносного тиску пари.

Існують аналітичні та експериментальні методи визначення величини крайового кута змочування для різних систем «пара — рідина — поверхня тіла». Слід зазначити, що залежно від обраного методу визначення значення крайового кута змочування θ_0 в умовах рівноваги сил, що діють, можуть значно відрізнитися (від 30—40% до 2—3 разів) [1]. У теорії змочування [2] було вперше коректно враховано те, що крапля або меніск об'ємної рідини утворюють крайовий кут не з «сухою» твердою та гладкою підкладкою, а з поверхнею, покритою тонкою плівкою рідини.

Методи визначення крайового кута змочування детально описано у [1, 3, 4]. Для системи «пара — рідина — пориста поверхня» крайовий кут змочування доцільно визначати між стиковою частиною плівки рідини на стінці каналу та тонкою плівкою на дроті капілярно-пористого покриття. При експериментальному дослідженні такому перебігу реальних процесів найбільше відповідає вимірювання крайових кутів методом малої краплі, яка розташована на дроті капілярно-пористого покриття каналу. У цих умовах рівновага досягається швидко, гістерезис виключається, а сила гравітації не впливає на значення крайового кута змочування.

У цій роботі були проведені дослідження рівноважного крайового кута змочування θ_0 методом малої краплі, що розташовувалась на дротах з різного матеріалу, для врахування впливу дійсного стану поверхні контакту на процес змочування. Вимірювання θ_0 виконувалось за допомогою мікроскопа ММІ-2. Інструментальна похибка досліджень не перевищувала 1,0%. У таблиці представлено

експериментальні значення рівноважних крайових кутів при змочуванні різними рідинами дроту капілярно-пористого покриття, виготовленого з різних матеріалів, і дані, отримані авторами [5]. Відмінності у результатах вимірювань крайових кутів змочування для одних і тих же систем «пара — рідина — поверхня тіла» можна пояснити особливостями методик визначення θ_0 і відсутністю ідентичності фізико-хімічної та мікрогеометричної поверхні зразків.

Матеріал	Експериментальні значення рівноважних крайових кутів змочування θ_0 , градус, різними рідинами за температури 293 К					
	Вода	Етанол	Т-1 (гас)	Газовий конденсат	Метод визначення	Джерело інформації
Латунь Л80	53	33	30	32	Крапля, яка розташовується на дроті	Експериментальні дані
Сталь Ст65Г	65	30	31	32		
Молібден	55	31	30	38		
Нікель	58	30	35	36		
Нерж. сталь Х18Н10Т	69	32	37	32		
Мідь	72	20	–	–	Лежачої краплі на горизонтальній поверхні	[5]
Мідь	61	9	–	–	Вільного меніску	[5]
Нікель	61	17	–	–		
Нержавіюча сталь Х18Н10Т	73	12	–	–		

Аналіз отриманих експериментальних результатів свідчить про необхідність врахування адгезії та крайового кута змочування в системі «пара — рідина — поверхня тіла» при виборі теплоносія та оптимізації геометричних характеристик і параметрів теплової труби при проектуванні систем охолодження радіоелектронної апаратури.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Зимон А.Д. *Адгезия жидкости и смачивание*. Москва, Химия, 1974.
2. Дерягин Б.В., Чураев Н.В. *Смачивающие плёнки*. Москва, Наука, 1984.
3. Старов В.М. *Равновесие капель жидкости на твердой подложке и линейное натяжение*. Коллоидный журнал, 1980, т. 42, с.703–710.
4. Фридрихсберг Д.А. *Курс коллоидной химии*. Ленинград, Химия, 1984.
5. Семена М.Г., Гершуни А.Н., Зарипов В.К. *Тепловые трубы с металловолоконистыми капиллярными структурами*. Киев, Вища кола, 1984.

V. O. Tuz, N. L. Lebed

Wettability of channel walls with capillary-porous coating with liquid film

The paper presents the experimental values of the equilibrium contact angles when wetting the capillary-porous coating wire made of different materials with different liquids. The obtained results must be taken into account when choosing a coolant and optimizing the geometric characteristics and parameters of the heat pipe when designing cooling systems for electronics.

Key words: heat pipe, capillary-porous structure, wetting contact angle.