

10. Експериментальне визначення швидкості танення льоду накопиченого на вертикальній трубі

Олександр Титаренко, Роман Грищенко,
Олексій Пилипенко, Андрій Форсюк
Національний університет харчових технологій

Вступ. При підборі акумуляторів холоду не враховується динаміка танення накопиченого льоду. Крім того, існують ускладнення, пов'язані з урахуванням підвищення температури холодоносія на виході з акумуляторів. У результаті неможливо визначити час і швидкість танення льоду певної товщини.

У літературі [1, 2] наведено диференціальні рівняння по визначенню часу накопичення льоду заданої товщини. Оскільки зазначені співвідношення мають диференціальний характер, видається доцільним використати їх для розрахунку часу танення льоду відомої товщини. В літературних джерелах відсутні первинні дані з динаміки танення льоду накопиченого на вертикальній циліндричній поверхні. Тому для перевірки вказаного припущення проведені досліді з плавлення льоду накопиченого на вертикальній трубі.

Методи досліджень. Експериментальні дослідження динаміки танення виконані за допомогою установки описаної в [1]. Установка дозволила провести одночасно два досліді з однаковими режимними параметрами. В процесі досліджень контролювалася та фіксувалася витрата води через дослідну секцію, її температура та поточна товщина льоду.

В усіх дослідіх витрата води складала 7,5 л/хв. і не відрізнялася більше ніж на 0,25 л/хв.. Танення вивчалосся за температур води: +1,5 °С, +4,5 °С, +7,5 °С, +10,0 °С. Допустимий диференціал температур в одному досліді 0,5 °С.

Методика визначення поточної товщини льоду детально описана в [1].

Порівняння результатів натурального експерименту та математичного моделювання, у програмі MathCAD, за співвідношеннями вказаними в [1, 2] виконано за допомогою програми Excel.

Результати. Як і очікувалося, швидкість плавлення льоду збільшується із збільшенням температури води. Так при збільшенні температури води вдвічі час на плавлення 3 мм льоду зменшується в 4 рази, з 2000 с за температури +2,53 °С (III рис. 1) до 500 с за температури +5 °С. Порівняння результатів математичного моделювання за формулою вказаною в [1] та експериментальних даних для всього діапазону температур води вказують на можливість застосування зазначеного

диференціального співвідношення для описання динаміки танення льоду на вертикальній циліндричній поверхні.

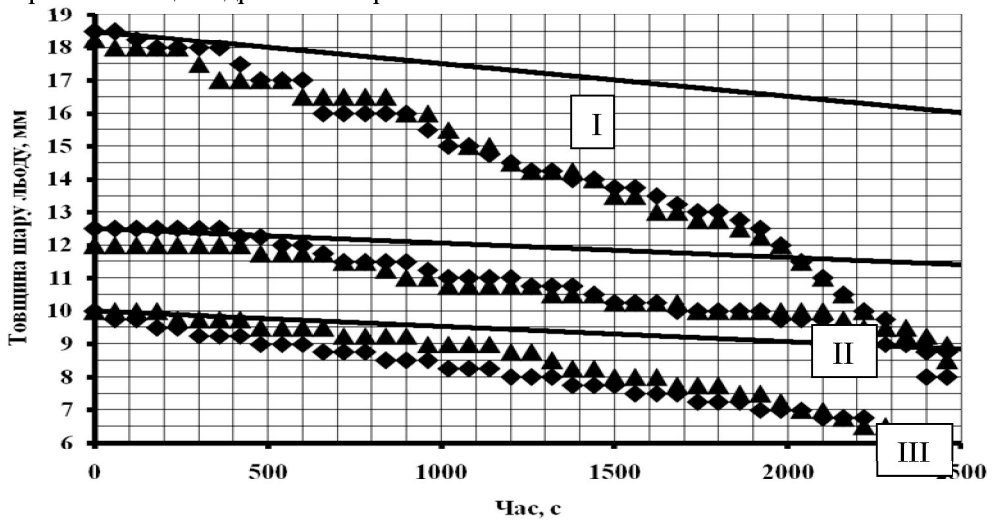


Рис. 1. Співставлення результатів математичного моделювання з експериментальними даними:

▲, ◆ – дослідні дані, — – математичне моделювання; I - $t_w = 1.15\text{ }^\circ\text{C}$; II - $t_w = 1.035\text{ }^\circ\text{C}$; III - $t_w = 2.53\text{ }^\circ\text{C}$.

На нашу думку, неспівпадіння розрахункових прямих (прямі лінії на рис. 1) з дослідними даними можна пояснити похибкою вимірювання температури води, яка омивала між фазу поверхню.

Окрім того можливе виникнення зворотних потоків рідини поблизу поверхні льоду та застійних зон в наслідок незначної витрати води через секції з гідравлічним діаметром 170 мм.

Висновки. Для опису процесу танення льоду необхідно, адекватно визначити коефіцієнт тепловіддачі α_w , а також значення температури води поблизу поверхні розподілу фаз.

Література

1. Пилипенко, О. Ю. Динаміка кристалізації льоду на вертикальних охолоджувальних трубах в елементах акумуляторів теплової енергії систем охолодження та кондиціонування повітря [Текст] : автореф. дис. ... к-та тех. наук : 26.058.05 / О. Ю. Пилипенко; [НУХТ]. – Київ, 2012. – 25 с.

2. Fertelli, A. Air-conditioning System with Ice Thermal Storage [Текст] : dissert. ... Doctor of Philosophy Mechanical Engineering / Ahmet Fertelli. – Adana, 2008. – 191 p.