

# УЗАГАЛЬНЕННЯ ДОСЛІДНИХ ДАНИХ З ДИНАМІКИ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ВОДНОГО ЛЬОДУ НА ЦИЛІНДРИЧНІЙ ПОВЕРХНІ

к.т.н. Олексій Юрійович Пилипенко, Ярослав Іванович Засядько,  
Андрій Васильович Форсюк, Роман Володимирович Грищенко  
Національний університет харчових технологій, вул. Володимирська, 68,  
Київ, 01601, Україна, 287-93-94, Alex.1@i.ua

Розрахунок акумуляторів холоду періодичної дії систем охолодження льодяної води потребує визначення поточної та максимальної товщини льоду.

Для вивчення динаміки льодоутворення на вертикальній циліндричній поверхні охолоджуваній холодильним агентом що випаровується, розроблено лабораторно-дослідний стенд.

Отримані дослідні дані узагальнено двома способами.

Математична модель, отримана з теплового балансу процесу льодоутворення на вертикальній циліндричній поверхні, уточнюється коригуючими коефіцієнтами (рис. 1). Для кожного моменту часу процесу наможення льоду значення коригуючого коефіцієнту розраховується за відповідним співвідношенням. На основі дослідних даних розроблено ряд напівемпіричних коригуючих залежностей для діапазону температур води  $+1 \div +10$  °С та холодильного агенту  $-9 \div -20$  °С. Коригуючі функції мають вигляд:

$$K_f = C_1 \cdot e^{C_2 \tau}, \quad (1)$$

$$\delta = \delta_{\max} \cdot (1 - C_1 \cdot e^{C_2 \tau}), \quad (2)$$

де  $\delta$  – товщина льоду в поточний момент часу (мм);  $\delta_{\max}$  – максимальна товщина льоду при заданих температурах води та кипіння (мм);  $\tau$  – час (с);  $C_1$ ,  $C_2$  – коригуючі коефіцієнти. Значення  $\delta_{\max}$  визначається або за дослідними даними, або за розробленою залежністю безрозмірної температури.

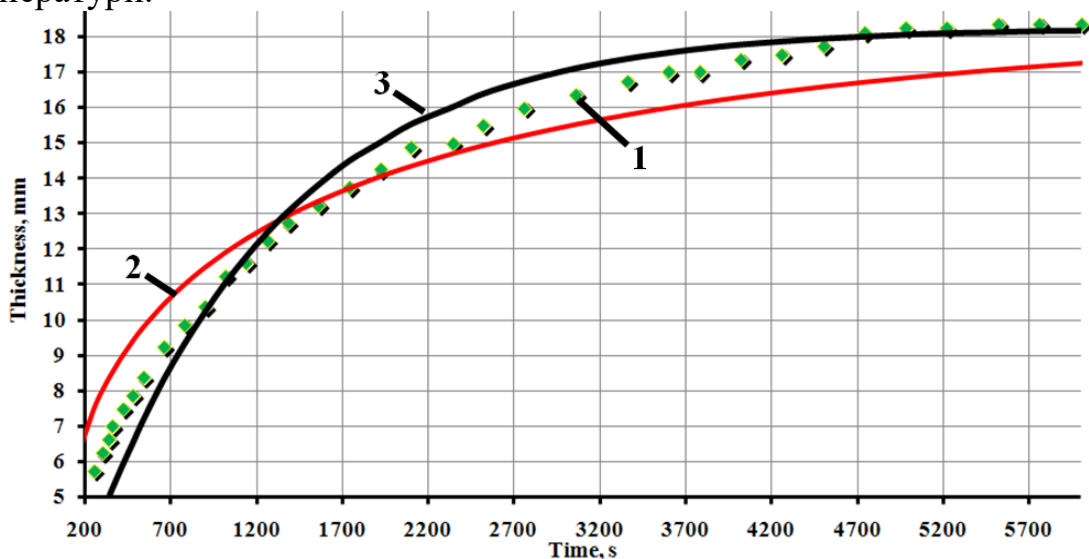


Рис. 1 – Співставлення дослідних та розрахункових даних при  $t_0 = -20$  °С,  
 $t_w = +1,5$  °С:

1 – дослідні дані, 2 – крива за рівнянням (1), 3 – крива за рівнянням (2)

## SUMMARIZING RESEARCH DATA ON DYNAMICS OF ICE WATER CRYSTALLIZATION FORMATION ON THE CYLINDRICAL SURFACE

**Oleksii Pylypenko, Iaroslav Zasiadko, Andriy Forsiuk, Roman Gryshchenko**  
*National University of Food Technologies, 68, Volodymyrska str.,  
 Kyiv, Ukraine, 287-93-94, Alex.1@i.ua*

Calculating periodic cold accumulators requires determining the values of running and maximum attainable ice thicknesses.

Data on the ice generation were obtained in the direct experimentation on the specially designed stand.

Data thus obtained were processed in two ways.

The mathematical model obtained from the heat balance of the ice formation process of on a vertical cylindrical surface was refined by the corrective coefficients  $K_f$ . Ice layer thickness correction factors were calculated by the corresponding relation for each point in time of the process. Taking into account the experimental data, a number of corrective semi-empirical relations has been developed for a range of water temperatures  $+1 \div +10$  °C and refrigerant  $-9 \div -20$  °C. A correcting exponential function in the general form:

$$K_f = C_1 \cdot e^{C_2 \cdot \tau}, \quad (1)$$

$$\delta = \delta_{\max} \cdot (1 - C_1 \cdot e^{C_2 \cdot \tau}), \quad (2)$$

here:  $\delta$  – thickness of the ice at the current time (mm);  $\delta_{\max}$  - maximum ice thickness;  $\tau$  – time,  $C_1$ ,  $C_2$  – correction coefficients.  $\delta_{\max}$  value is determined either by experimental data or by the developed dimensionless temperature equation.

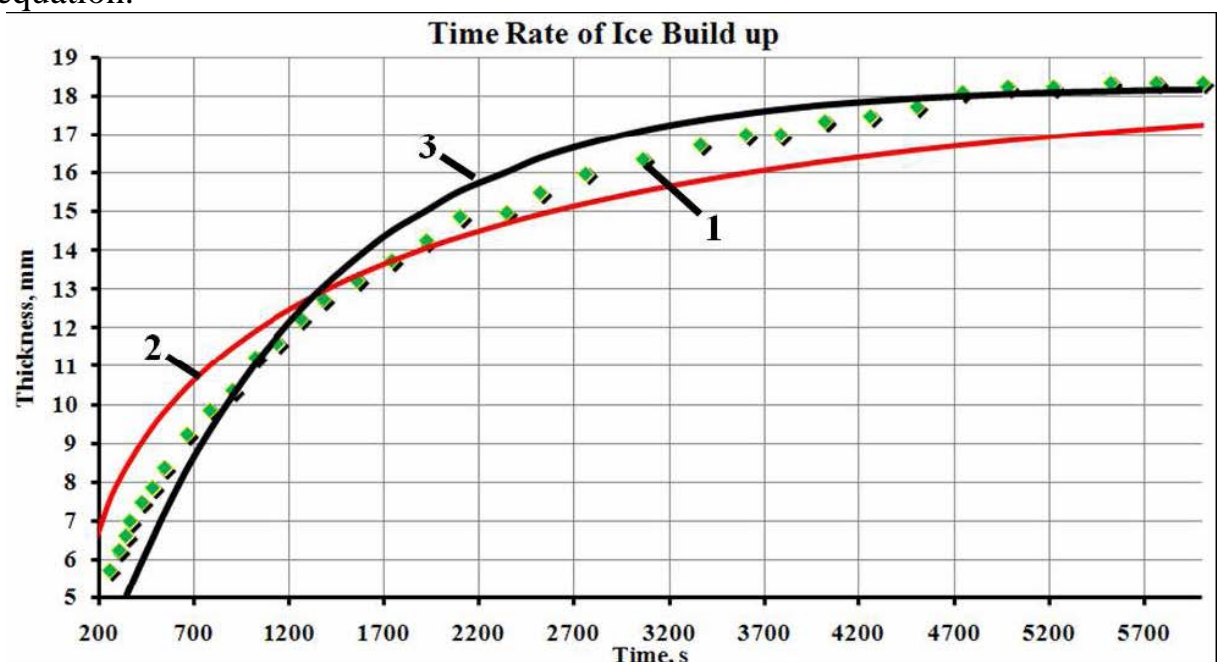


Figure 1 - Comparison of experimental and calculated data under  $t_0 = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $t_w = +1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ :

1 - averaged experimental data, 2 - curve obtained by correcting equation (1), 3 - curve by equation (2)