

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛООБМІНУ В СТІКАЮЧИХ ЛАМІНАРНИХ ПЛІВКАХ З РОЗВИНУТОЮ ХВИЛЬОВОЮ СТРУКТУРОЮ ІЗ СУПУТНИМ ПАРОВИМ ПОТОКОМ

Валентин Петренко, Микола Прядко, Олександр Рябчук.

*Національний університет харчових технологій,
кафедра теплоенергетики та холодильної техніки,
вул. Володимирська 68, Київ, 0160, Україна
Petrenkovp@ukr.net –електронна адреса*

Мета роботи. Дослідити механізм впливу хвильової структури на теплообмін в стікаючих вязких ламінарних плівках.

Результати. Наведені результати моделювання теплообміну в догрітих до температури насичення стікаючих по вертикальній поверхні в'язких ламінарних плівках розчинів з розвинутою хвильовою структурою в режимі випаровування з міжфазної поверхні при вільному стіканні, та в умовах течії із супутним паровим потоком. Запропонована модель теплообміну, як циклічного процесу відновлення температурного поля за умови періодичного перемішування плівки великими хвилями.

Механізм теплообміну надається як циклічний процес відновлення температурного поля після кожного проходження великої хвилі, яка, внаслідок наявності центрального вихора, транспортує перегріту рідину з пристінної області в зовнішню частину плівки. За розглянутого механізму вершина великої хвилі постійно підживлюється перегрітою з пристінного шару плівки рідиною, де, внаслідок випаровування, відбувається передавання теплоти паровому ядру.

Висновки. Модель теплообміну в стікаючих по вертикальній поверхні плівках з розвинутою хвильовою структурою, в основу якої покладено постулат про періодичне відновлення температурного поля внаслідок циклічного перемішування плівки великими хвилями, адекватно відображає процеси теплообміну в догрітих до температури насичення плівках з розвинутою хвильовою структурою в режимі випаровування з вільної поверхні. Отримано рівняння, які можуть бути використані для розрахунку інтенсивності тепловіддачі як при вільному стіканні води та цукрових розчинів, так і при наявності супутнього парового потоку в режимі випаровування з вільної поверхні ламінарних та турбулентних плівок в дослідженому діапазоні зміни витратних параметрів: концентрація – 0...70%, щільність зрошення – $0,01 \times 10^{-3} \dots 0,6 \times 10^{-3} \frac{M^2}{c}$.

HEAT TRANSFER MODELING IN DOWNFLOWING LAMINAR FILMS WITH THE DEVELOPED WAVY STRUCTURE WITH CO-CURRENT STEAM FLOW

Valentyn Petrenko, Mykola Pryadko, Aleksandr Rjabchuk

National University of Food Technologies, Thermal Fluids and Industrial Refrigeration Dept. 68, Volodymyrska St., Kyiv, 0160; UKRAINE

Petrenkovp@ukr.net – corresponding author

The purpose of work – to investigate the mechanism of influence of wave structure on heat transfer in down flowing viscous laminar films.

Results. The result of heat transfer modeling in down flowing viscous laminar films with the developed wavy structure at the regime of evaporation from film interface at free falling and with co-current steam flow, a heat transfer model, which takes into account a cyclic process of temperature field relaxation with the periodic mixing of film by big waves, has been presented. A mathematical model of heat transfer in laminar, heated to the saturation temperatures liquid films with the developed wavy structures on the free interface have been developed. The model takes into consideration cyclic relaxation of transient temperature field which happens right after the passage of a powerful big wave. The developed mathematical model describes the time history of the two dimensional temperature fields as a function of the Peclet number and the core characteristic of the wavy motion (the length of big waves). Based upon the proposed model a set of correlations have been obtained. These are proposed as a means for the generalization of heat transfer experimental data, obtained within the experimental studies of liquid films, heated to the saturation temperatures and evaporating from the interface.

Conclusions. The proposed model of heat transfer to the liquid films with the developed wavy structure downflowing on the vertical surfaces is based upon the suggestions that the periodic relaxation of temperature field, disturbed as a result of a mixing effect of big waves takes place. The comparison of experimental results with the calculated within the proposed model ones show acceptable. Their coincidence, which proves the applicability of the proposed model, which adequately depicts the mechanism of heat transfer to the films heated to the saturation temperature with the developed wavy structure.

A generalized equation has been derived, which can be used for the calculations of Heat Transfer Coefficients (HTC) to the saturated sugar solutions liquid films. This equation contains wavy characteristics of down flowing films and valid within the range of parameters characteristic for the sugar industry evaporators, namely: concentrations – 0...70 % dry matter; liquid mass flow rate density – $0.01 \times 10^{-3} \dots 0.6 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sec}$.