الملخص

الدراسة تهدف إلى إجراء استقصاء نظري شامل لعملية التبخر بالتماس المباشر لقطرات، تنمو بسبب تغير طورها، في مائع آخر غير امتزاجي. المحاولة الحالية تستهدف الحصول على توضيح أساسي لعمليات الانتقال (الحركي والحراري) المصاحبة للعملية.

تم تطوير نموذج رياضي لتمثيل العملية باستخدام النموذج الخلوي (cellular model)، اعتمد في بناء هذا النموذج على معادلات الاستمرارية، الحركة، حفظ الكتلة، الزخم والطاقة إضافة إلى معادلة التوازن الحراري الإجمالي.

النموذج المقدم يهدف الحصول على مميزات عن عملية التبحر بالتماس المباشر لقطرة مائع(الطور المنثور) محاطة بخلية كروية من المائع المستمر، واستخدام هذه المميزات لتطوير نموذج رياضي للحصول على مميزات عن تبخر مجموعة من القطرات بالتماس المباشر.

تم تحليل ديناميكية المائع المقترن مع النمو والانتقال. تم اشتقاق المعادلات المطورة ومن ثم حلها سويتاً بطريقة عددية. ايظا تم حل معادلة الطاقة، المتضمنة سرعة الجريان الكامن والتي أُخذ بنظر الاعتبار فيها التأثير بين القطرات المتجاورة، حلاً عددياً باستخدام تقنيات الفرو قات المحددة. وأجريت الحسابات لقطرات من البنتان الطبيعي المتبخرة في الماء.

تم عرض النتائج لحالتين : تبخر القطرات المفردة والمجتمعة ، عُبر عن نتائج الحالة الأولى بدلالة السرعة النسبية و الارتفاع، قطر النمو و معدل كثافة القطرة، وزاوية التبخر، ومعامل انتقال الحرارة. وقد بينت النتائج إن العوامل الرئيسية المؤثرة على عملية التبخر هي القطر الابتدائي وفرق درجات الحرارة بين المائعين.

وقد عُبر عن النتائج النظرية للحالة الثانية بدلالة نسبة حجم الطور المنثور إلى الطور المستمر،السرعة النسبية والارتفاع، متوسط معامل انتقال الحرارة ألحجمي والزمن والارتفاع اللازمين لإكمال عملية التبخر. أيضا اجري تحليل مفصل لدراسة تأثير عدة عوامل مهمة على مميزات عملية التبخر، مثل القطر الابتدائي، فرق درجات الحرارة بين المائعين، قطر عمود الاختبار، قطر وعدد الثقوب الموزعة للمائع المنثور.

إضافة لذلك، قورنت نتائج النموذج الحالي للحالتين مع نتائج نظرية متوفرة وكان التوافق بين النتائج جيد. وكذلك قورنت النتائج الحالية مع نتائج عملية لباحثين آخرين وكان التقارب بين النتائج جيدا.

Abstract

The present work is a comprehensive theoretical investigation of the direct contact evaporation process of drops, which is growing because of change of phase, in an immiscible liquid. The attempt here is to gain fundamental understanding of the transport processes (hydrodynamic and heat transfer) that take place during the direct contact evaporation process.

A theoretical model based on continuity, motion, conservation of mass, momentum and energy equations in addition to the energy balance equation is developed, by using cellular model. This model aims to obtain the characteristics of the direct contact evaporation of a single droplet bounded by a spherical cell of continuous liquid. Furthermore, these characteristics are used to develop a theoretical model aims to obtain the characteristics of the direct contact evaporation of multidroplets.

The fluid dynamic associated with the growth and translation of drops was treated. The developed equations are derived and then solved simultaneously applying a numerical method. The energy equations with the potential flow velocity obtained from the fluid flow solution, taken into account the effect of the interaction between the adjacent drops, have been numerically solved using finite-difference techniques.

The calculations are performed for n-pentane drops evaporating in distilled water.

Results are presented for two cases: single and multidroplets evaporation. For the first case, the predicted results are presented in terms of the relative velocity and evaporative drobbles position, the radius and average density ratio, the vaporizing angle (half opening angle), and the specific heat transfer coefficient. The results indicated that the main parameters effecting the evaporation process were the initial size of droplets and the degree of superheat.

For the second case, the theoretical results presented in terms of the dispersed phase holdup, the relative velocity and evaporative drobbles position, the average volumetric heat transfer coefficient, and the total time and height for complete evaporation. Also, a detailed analysis of the influence of several important parameters, such as the initial size of droplets, the degree of superheat, the column diameter and the diameter and number of holes on the evaporation characteristics were presented.

In addition, the results of the present model, for the two cases, are compared with the existing theoretical predictions; the agreement between the results was good. Also, the results are compared with the experimental results obtained by other authors; the agreement between the results was also good.