T135142

ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนเป็นปัจจัยที่สำคัญ ซึ่งใช้ในการออกแบบเครื่องจักรและปรับปรุงกระบวนการแช่แข็งให้มีประสิทธิภาพตามต้องการ อาหารที่มีขนาดใหญ่และรูปทรงกระบอกจะเกิดฟลูอิไดเซชั่นได้ยาก มีความจำเป็นที่จะต้องใช้แรงสั่นสะเทือนช่วยให้สามารถเกิดฟลูอิไดเซชั่นได้ง่าย นอกจากนี้งานวิจัยที่ผ่านมามักจะหาความสัมพันธ์ของค่า h กับปัจจัยต่าง ๆ โดยใช้อนุภาคทรงกลมขนาดเล็ก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบตัวแปรไร้หน่วยเพื่อใช้ทำนายค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนระหว่างอาหารรูปทรงกระบอกกับอากาศ โดยการผันแปรปัจจัยหลัก 3 ปัจจัย ได้แก่ ขนาดของอนุภาคทรงกระบอก ความเข้มการสั่นสะเทือนและความเร็วอากาศผ่านเบด ซึ่งใช้อนุภาครูปทรงกระบอกทำจากไม้เต็ง และวัดค่า h ด้วยวิธี Lumped Capacitance Method ระหว่างการถ่ายเทความร้อนแบบสภาวะไม่คงที่ตลอดกระบวนการแช่แข็ง วัสดุที่ใช้ทำ Lumped ทำจากอลูมิเนียมซึ่งมีขนาดเท่ากับอนุภาคและแขวนลอยอยู่ภายในเบด และจากการทดลองพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนมีค่าระหว่าง 71.9 ถึง 176.5 $W/m^{2o}C$ โดยมีค่าลดลงเมื่อขนาดของอนุภาคเพิ่มขึ้น และถ้าขนาดอนุภาคเพิ่มขึ้นมากกว่า 19.05 mm. ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนจะเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนจะลดลง เมื่อเพิ่มความเข้มการสั่นสะเทือนแต่เมื่อเพิ่มความเข้มการสั่นสะเทือนมากกว่า 3 แล้วจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนเพิ่มขึ้น และผลของความเร็วอากาศต่อค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนพบว่าเมื่อความเร็วอากาศเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนเพิ่มขึ้น นำค่าจากการวัดที่ได้ไปสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบตัวแปรไร้หน่วยของ Nusselt Number, Reynolds Number, Bed Static Height, Particle Size , Vibration Intensity ซึ่งมีรูปแบบสมการดังนี้

$$Nu = 0.988\left(\frac{d_s}{H}\right)^{0.274}\left(\frac{a\omega^2}{g}\right)^{-0.126} \mathrm{Re}_s^{\,0.668}\,\mathrm{Pr}^{0.33}$$

ซึ่งสมการนี้สามารถทำนายค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของอนุภาคทรงกระบอก โดยมีค่า R^2=0.914

The objective of this research is to build a mathematical model of convective heat transfer coefficient (h) for large particle foods with cylindrical shape in vibrated fluidized bed freezer. The vibration force is needed to facilitate the fluidization. Most research works were focused on model development for only small sphere shape, not for other shapes. The main parameters, i.e., particle size, vibration intensity and air velocity were studied in this research. In each experiment, h was determined by the lumped capacitance method. The sample made of aluminum with the same size and shape of food particle was used. It was hanged inside the center of the bed. It was found that h decreased when the equivalent diameter increased. However, if the equivalent diameter was larger than 19.05 mm then there was very little effect on h. For the vibration intensity 2, 3 and 4, it was found that vibration intensity 3 gave the lowest h. The higher air velocity also caused the increase in h. In addition, dimensionless model as a function of Nusselt number, Reynolds number, bed static height, particle size and vibration intensity was developed as the following equation.

$$Nu = 0.988\left(\frac{d_s}{H}\right)^{0.274}\left(\frac{a\omega^2}{g}\right)^{-0.126} \mathrm{Re}_s^{\,0.668}\,\mathrm{Pr}^{0.33},\ R^2=0.914$$

The model can predict the convective heat transfer coefficient accurately.