T 148720

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยกระบวนการผลิต ได้แก่ ความข้นหนืดของอาหารเหลว (0.5, 1.0 และ 1.5 % CMC [w/w]) รูปร่าง (ทรงรี และทรงกลมแบน) ความหนาแน่น (1000 และ 1400 kg/m^3) และปริมาณของชิ้นอาหาร (5, 10 และ 15 %[w/v]) ที่มีผลต่อเวลาคงค้างของชิ้นอาหารที่เคลื่อนที่ใน holding tube แบบท่อคอยล์ (ยาว 10.27 m) ได้ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง (29 ± 1^0C) อัตราการไหลของผลิตภัณฑ์ 2 m^3/hr ทำการวัดความเร็วของตัวอย่างชิ้นอาหารที่เคลื่อนที่ผ่านท่อคอยล์ เมื่อปั๊มส่วนผสมตัวอย่างอาหารให้ไหลวนในระบบจนเข้าสู่สภาวะคงที่ ผลการทดลองพบว่าความหนาแน่นของชิ้นอาหารมีผลต่อค่า minimum, mean, maximum และ interquartile range normalized particle velocity อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ปัจจัยรูปร่างและปริมาณชิ้นวัสดุ มีผลต่อค่า maximum และ interquartile range normalized particle velocity และความข้นหนืดของของเหลวมีผลต่อค่า interquartile range แต่มีผลต่อค่า minimum และ maximum normalized particle velocity เมื่อเกิดอิทธิพลร่วมกับปัจจัยรูปร่างและความหนาแน่นตามลำดับ ชิ้นอาหารรูปทรงรีมีความเร็วเฉลี่ยสูงกว่าทรงกลมแบนเล็กน้อย และมีการกระจายความเร็วในการเคลื่อนที่แคบกว่าชิ้นวัสดุทรงกลมแบน และชิ้นวัสดุที่มีความหนาแน่นสูง (1400 kg/m^3) มีการกระจายความเร็วแคบกว่าชิ้นวัสดุที่มีความหนาแน่นต่ำ (1000 kg/m^3) แต่ใช้เวลาในการเคลื่อนที่ผ่านระบบนานกว่า การเพิ่มปริมาณชิ้นวัสดุให้แขวนลอยในตัวกลางของเหลวมากทำให้ชิ้นวัสดุเคลื่อนที่เร็วขึ้นและมีการกระจายความเร็วกว้างขึ้น เช่นเดียวกับการเพิ่มความหนืดทำให้ชิ้นวัสดุที่มีความหนาแน่นต่ำมีการกระจายความเร็วกว้างขึ้น แต่ทำให้ชิ้นวัสดุที่มีความหนาแน่นสูงมีการกระจายแคบลง

รูปแบบการกระจายค่า normalized particle velocity ในงานวิจัยนี้ สามารถอธิบายลักษณะการกระจายข้อมูลได้ดีด้วย Weibull, log-normal และ normal distribution ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะที่ทดลอง โดยพบว่าที่สภาวะการทดลองที่ชิ้นวัสดุมีความหนาแน่นสูง ส่วนใหญ่รูปแบบการกระจายแบบ log-normal สามารถอธิบายการกระจายข้อมูลได้มากกว่ารูปแบบการกระจายแบบอื่น ในขณะที่สภาวะการทดลองที่ชิ้นวัสดุมีความหนาแน่นต่ำ รูปแบบการกระจาย weibull อธิบายลักษณะการกระจายได้มากกว่า และพบว่าความเร็วของชิ้นวัสดุที่จัดให้อยู่ในรูป $GRe_{p,mean}$, $GRe_{p,max}$ และ $GRe_{p,iqr}$ มีความสัมพันธ์กับ GRe_p, Ar_p, Dr, C และ φ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นของค่า mean ($GRe_{p,mean}$), maximum ($GRe_{p,max}$) และ interquartile range ($GRe_{p,iqr}$) generalized particle flow Reynolds number ได้ค่า R^2 เท่ากับ 0.99, 0.99 และ 0.97 ตามลำดับ

คำสำคัญ : เวลาคงค้าง / การกระจายของเวลาคงค้างของชิ้นอาหาร / การกระจายความเร็วของชิ้นอาหาร / การไหลในท่อคอยล์

Abstract

TE148720

The objective of this research is to study the effect of the processing parameters on particle residence time during flow through a holding coil tube (length 10.27 m). The processing parameters studied were fluid viscosity [0.5, 1.0 and 1.5 %(w/w)], particle shape [prolate and oblate spheriod], particle density [1,000 and 1,400 kg/m^3] and particle concentration [5, 10 and 15 %(w/v)]. At room temperature (29±1 ^{0}C) with flow rate of 2 m^3/hr and steady condition, the results showed that particle density significantly affected the minimum, mean, maximum and interquartile range normalized particle velocity while the particle shape and concentration significantly affected the maximum and interquartile range normalized particle velocity . The fluid viscosity only affected interquartile range but when cooperated with particle shape and density it also affected minimum and maximum normalized particle velocity. The velocity of prolate spheroid was higher than that of oblate spheroid, whereas its distribution was narrower than that of oblate spheroid. The higher particle density (1,400 kg/m^3) had narrower velocity distribution and higher mean residence time. For lower particle density, when the viscosity of fluid was increased, a wider velocity distribution was observed but conversed at higher particle density.

We found that the velocity distribution of particle was depended on the condition of experiment. The log-normal distribution model could be used to describe the distribution at higher particle density, whereas weibull distribution model was better fit for lower particle density. The correlation between generalized particle flow Reynolds number with generalized tube flow Reynolds number, particle Archimedes number, Ratio of the particle to the tube diameter, dimensionless particle concentration and sphericity were also developed in order to predict residence time of particles in holding coil tube. The correlation coefficients of regression analysis for mean, maximum and interquartile range were 0.99, 0.99 and 0.97 respectively.