ธีระวัฒน์ เหมือนศรีชัย : การศึกษาการเกิดนิวเคลียสจากการสึกกร่อนในเครื่องตกผลึกแบบกวนที่มีดราฟต์-ทิวบ์และแผ่นกั้น (A STUDY OF NUCLEATION BY ATTRITION IN AGITATED DRAFT-TUBE BAFFLE CRYSTALLIZERS) อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร. เอเดรียน ฟลัด, 164 หน้า.

การสึกกร่อนเป็นกลไกสำคัญอันหนึ่งในการสร้างนิวเคลียสชนิดทุติยภูมิในเครื่องตกผลึกระดับอุตสาหกรรม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดความเข้าใจพฤติกรรมการสึกกร่อนและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากการทดลองสำหรับพยากรณ์อัตราการเกิดนิวเคลียสที่เกิดจากกลไกการสึกกร่อน โดยทำการทดลองศึกษาผลกระทบของรูปทรงทางเรขาคณิตของเครื่องตกผลึกและสภาวะการทำงานของเครื่องตกผลึก (เส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัด (Impeller diameter) เส้นผ่านศูนย์กลางของดราฟต์-ทิวบ์ (Draft-tube diameter) ชนิดของใบพัด (Impeller type) วัสดุที่ใช้ในการทำใบพัด (Impeller material) และ ความเร็วรอบของใบพัด (Impeller speed)) คุณสมบัติของผลึก (ชนิดของผลึกตั้งต้น (Parent crystal type) ได้แก่ น้ำตาลซูโครส (Sucrose) เกลือโซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride, NaCl) และขนาดของผลึกตั้งต้น (Parent crystal size)) คุณสมบัติของการแขวนลอยและคุณสมบัติของสารละลาย (ความหนาแน่นของการแขวนลอย (Suspension density) ความหนาแน่นของสารละลาย (Solution density) และความหนืดของสารละลาย (Solution viscosity)) ที่มีต่ออัตราการเกิดขึ้นและการกระจายขนาดของชิ้นส่วนจากการสึกกร่อน (Attrition fragment) โดยที่ทำการทดลองแบบกะในระดับห้องปฏิบัติการ

การหาจำนวนของชิ้นส่วนจากการสึกกร่อนและการกระจายขนาดของชิ้นส่วนจากการสึกกร่อนทำการวัดโดยใช้เครื่อง Multisizer 3 Coulter Counter และเครื่อง Malvern Mastersizer S จากนั้นสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชิ้นส่วนจากการสึกกร่อนและเวลาเพื่อทำการหาค่าอัตราการเกิดนิวเคลียสจากค่าความชันของกราฟดังกล่าว จากผลการทดลองของอัตราการสึกกร่อนแสดงให้เห็นว่าตัวแปรที่มีความสำคัญสำหรับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้แก่ ความเร็วรอบของใบพัด ขนาดของผลึกตั้งต้น ความหนาแน่นของการแขวนลอย ระยะห่างระหว่างใบพัดกับก้นถัง (Off-bottom clearance) และระยะห่างระหว่างดราฟต์-ทิวบ์กับใบพัด (Draft-tube impeller clearance) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากการทดลองนี้ได้ใช้ตัวแปรที่มีผลต่ออัตราการสึกกร่อนและคุณสมบัติของสารละลายและคุณสมบัติของผลึกมาสร้างเป็นกลุ่มตัวแปรไร้มิติเพื่ออธิบายถึงอัตราการเกิดนิวเคลียสที่เกิดจากการสึกกร่อน กลุ่มตัวแปรไร้มิติที่ใช้ได้แก่ ตัวเลขการสึกกร่อน (Attrition number) ตัวเลขกำลัง (Power number) ตัวเลขเรย์โนลด์ (Reynolds number) ตัวเลขขนาดผลึกตั้งต้น (Parent crystal size number) ตัวเลขความหนาแน่นการแขวนลอย

(Suspension density number) ตัวเลขดราฟต์-ทิวบ์ (Draft-tube number) และตัวเลขระยะห่างระหว่างใบพัดกับก้นถัง (Off-bottom clearance) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากการทดลองแบบยกกำลังให้ผลสอดคล้องกับค่าอัตราการเกิดนิวเครียสจากข้อมูลการทดลอง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากการทดลองสามารถใช้อธิบายอัตราการสึกกร่อนของสารสองชนิด คือ น้ำตาลซูโครสและเกลือโซเดียมคลอร์ไรด์ได้เป็นอย่างดี

ประโยชน์จากงานวิจัยนี้คือ สามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากการทดลองสำหรับประมาณการจำนวนนิวเครียสชนิดทุติยภูมิที่เกิดจากการสึกกร่อน และความรู้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพราะความรู้เกี่ยวกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการสึกกร่อนจะทำให้สามารถควบคุมอัตราการเกิดการสึกกร่อนในเครื่องตกผลึกระดับอุตสาหกรรมได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2555 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

THIRAWAT MUEANSICHAI : A STUDY OF NUCLEATION BY ATTRITION IN AGITATED DRAFT-TUBE BAFFLE CRYSTALLIZERS. THESIS ADVISOR : PROF. ADRIAN FLOOD, Ph.D., 164 PP.

NUCLEATION/ATTRITION/FRAGMENT NUMBER/EMPIRICAL MODEL/INDUSTRIAL CRYSTALLIZATION

Attrition is the main mechanism that produces secondary nuclei in industrial crystallizers. This work helps to understand the attrition behavior and model the empirical equation to predict the nucleation rate from this mechanism. The experiments studied the effect of crystallizer geometry and operating conditions (impeller diameter, draft tube diameter, impeller type, impeller material, and impeller speed), crystal properties (type of parent crystal: sucrose, NaCl and size of parent crystal), and suspension and solution properties (suspension density, solution density, and solution viscosity) on the rate of generation and size distribution of attrition fragments with a batch process on a laboratory scale.

Determination of the number of attrition fragments and attrition fragment size distribution was performed using a Multisizer 3 Coulter Counter and a Malvern Mastersizer S. The number of attrition fragment versus time was plotted to find the nucleation rate from the slope of the curve. The results of attrition rate show significant parameters for modeling of empirical correlation are impeller speed, parent crystal size, suspension density, and draft-tube impeller clearance. Then, the dimensionless groups were calculated and used for data fitting to get the empirical model. The dimensionless groups are attrition number, power number, Reynolds

number, parent crystal size number, suspension density number, draft-tube number, and off-bottom clearance number. The value of the nucleation rate from the experimental data was compared with an empirical power law model. The empirical model can fit the attrition rate for the two species (sucrose and NaCl) very well.

The benefits from this work are the model of secondary nucleation from attrition and the improvement in the product quality, because knowledge of the attrition model will allow us to control the attrition rate in industrial crystallizers.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Chemical Engineering Student's Signature _____

Academic Year 2012 Advisor's Signature _____