

ปาริณา พันธรักษ์ : การศึกษากลไกการกระจายของอัตราการโตของผลึก (A STUDY INTO THE MECHANISM OF CRYSTAL GROWTH RATE DISPERSION)
 อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอเดรียน ฟลัด, 122 หน้า. ISBN 974-533-342-5

การกระจายของอัตราการโตของผลึก/ จีอาร์ดี/ ความขรุขระของผิวผลึก

จุดมุ่งหมายหลักของวิทยานิพนธ์นี้คือเพื่อเข้าใจในปรากฏการณ์การกระจายของอัตราการโตของผลึก (จีอาร์ดี) ให้ดีขึ้น ซึ่งแสดงถึงผลึกที่มีลักษณะเหมือนกันและอยู่ในสภาวะเงื่อนไขเดียวกัน แต่กลับโตด้วยอัตราการโตที่แตกต่างกัน วิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาว่า (ก) กลไกการโตใดที่เป็นสาเหตุให้มีการกระจายตัวของอัตราการโตของผลึก (การแพร่ผ่าน และ/หรือการรวมตัวของผิว) (ข) สาเหตุของแต่ละกลไกที่ทำให้เกิดการกระจายตัวของอัตราการโตของผลึก และ (ค) เครื่องตกผลึกที่ประดิษฐ์ใช้ในการทดลองมีผลกระทบต่อการวัดอัตราการกระจายตัวของผลึกในการวิจัยทั่วไปหรือไม่

การศึกษาอัตราการโตและอัตราการละลายของผลึกน้ำตาลภายใต้สภาวะหยุดนิ่ง และสภาวะที่มีการไหลเวียนในเครื่องตกผลึกสามชนิด ได้แก่ เครื่องตกผลึกขนาดเล็ก เครื่องตกผลึกแบบท่อ และเครื่องตกผลึกขนาด 2 ลิตร ให้ผลแสดงว่า สิ่งประดิษฐ์ของเครื่องตกผลึกขนาดเล็กทำให้เกิดจีอาร์ดีสูงกว่าเครื่องตกผลึกอีกสองชนิดประมาณ 1.2-1.5 เท่าภายใต้สภาวะที่มีการไหลเวียน ผลที่เกิดจากสิ่งประดิษฐ์คือ ในเครื่องตกผลึกขนาดเล็กภายใต้สภาวะที่มีการไหลเวียน ผลึกต่างกันจะประสบกับสภาวะการไหลเวียนของสารละลายต่างกัน

จากการศึกษาพบว่ามีผลที่แสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้สำหรับการกระจายตัวของอัตราการโตทั้งในขั้นตอนการแพร่ผ่านและการรวมตัวของผิว ผลศึกษานี้ได้มาจากการศึกษาอัตราการโตและอัตราการละลายของผลึกน้ำตาลและผลึกเฮกซะเมทิลีนเตตระมีน หรือ ผลึกเอชเอ็มที ในสภาวะหยุดนิ่ง การโตของผลึกเอชเอ็มทีถูกควบคุมด้วยกลไกการแพร่ผ่าน ในขณะที่การโตของผลึกน้ำตาลบางส่วนถูกควบคุมด้วยกลไกการรวมตัวของผิว ในที่ที่มีอัตราการไหลเวียนสูง การโตของผลึกทั้งน้ำตาลและ เอชเอ็มทีถูกควบคุมด้วยกลไกการรวมตัวของผิว ทั้งผลึกน้ำตาลและผลึกเอชเอ็มที แสดงการกระจายตัวของอัตราการโต และอัตราการละลายของผลึกอย่างมีนัยสำคัญ ภายใต้สภาวะหยุดนิ่งและสภาวะที่มีการไหลเวียน ซึ่งแสดงให้เห็นเด่นชัดถึงการกระจายตัวของอัตราการโตในทั้งกลไกการแพร่ผ่าน และกลไกการรวมตัวของผิว

การกระจายตัวของอัตราการโตของกลไกการแพร่ผ่าน เกิดจากความแตกต่างของตำแหน่งของผลึกที่สัมพันธ์กับการไหลเวียนของสาร ซึ่งผลดังกล่าวมีนัยสำคัญมากในระบบที่ผลึกมีการกำหนดตำแหน่งของผลึก และจะมีความเป็นนัยสำคัญน้อยในเครื่องตกผลึกแบบแวนลอย ที่ซึ่งผลึกมีการเปลี่ยนตำแหน่งในระบบอย่างต่อเนื่อง

การกระจายตัวของอัตราการใช้ของกลไกการรวมตัวของผิว เกิดจากความแตกต่างในโครงสร้างผิวของผลึกที่ต่างกันในระบบ โครงสร้างผิวของผลึกโดยเฉพาะความขรุขระผิวที่เห็นชัดในระดับมองด้วยกล้องจุลทรรศน์มีความสัมพันธ์กับประวัติการใช้ของผลึก โดยที่ผลึกที่โตในสารละลายอิ่มตัวยิ่งยวดมากกว่าจะมีความขรุขระของผิวว่าผลึกที่โตในสถานะที่สารละลายมีความอิ่มตัวยิ่งยวดน้อยกว่า ปรากฏการณ์ดังกล่าวจะเกิดในสารละลายอิ่มตัวยิ่งยวดที่มีระดับมากกว่าระดับวิกฤต ซึ่งเกี่ยวข้องไปถึงภาวะการเปลี่ยนแปลงลำดับความขรุขระผิว ภาวะการเปลี่ยนแปลงลำดับความขรุขระผิวขึ้นอยู่กับค่าพลังงานเชิงผิวของผลึก ดังนั้นผลึกที่มีค่าพลังงานเชิงผิวสูงกว่าจะมีค่าภาวะการเปลี่ยนแปลงลำดับความขรุขระผิวต่ำกว่า

PAREENA PANTARAKS : A STUDY INTO THE MECHANISM OF
CRYSTAL GROWTH RATE DISPERSION. THESIS ADVISOR : ASST.
PROF. ADRIAN FLOOD, Ph.D. 122 PP. ISBN 974-533-342-5

GROWTH RATE DISPERSION/ GRD/ SURFACE ROUGHNESS

The major aim of this work is to obtain the better understanding of growth rate dispersion (GRD), whereby seemingly identical crystals grow at different rates under identical conditions. The study investigated; (a) which growth mechanisms (diffusion and/or surface integration) are responsible for GRD; (b) the causes of GRD in each mechanism; and (c) whether experimental artifacts affect measurements of GRD in common research crystallization units.

Investigation of growth and dissolution rates of sucrose crystals under stagnant and convection conditions in three types of crystallizer including the small-cell, the pipe-cell, and the 2-L batch crystallizers showed that an artifact of the small-cell crystallizer appeared to generate GRD of 1.2-1.5 times higher magnitude than the other two crystallizers under convection conditions. The reason for the artifact is that in the small cell crystallizer, under convection conditions, different crystals experience different hydrodynamic conditions in the cell.

It has been shown that there is potential for rate dispersion in both the diffusion step and the integration step of crystal growth. This was determined by studying the crystal growth and dissolution rates of sucrose and hexamethylene tetramine (HMT) crystals. In stagnant conditions the crystal growth of HMT is mass transfer controlled, whilst the crystal growth of sucrose is partly controlled by the surface integration step. At very high solution flow the growth of both types of crystal

is surface integration rate controlled. Both sucrose and HMT displayed significant growth rate and dissolution rate dispersion, both in stagnant and flow conditions, and thus dispersion in rate in both mechanisms is evident.

The dispersion in the rates of diffusion in the system is due to differences in the orientation of crystals with respect to the flow. This is most significant in systems where the crystal has a fixed orientation, and will be far less significant in suspension crystallizers, where crystals reorient in the suspension continuously.

The dispersion in the rates of the surface integration step is due to variations in the surface structure of different crystals in the system. The surface structure of the crystal, in particular the degree of surface roughness evident on a microscopic scale, is related to the growth history of the crystal, with crystals having a history of high growth in high supersaturation environments having a significantly rougher surface than similar crystals with a more benign history. This phenomenon only occurs at supersaturations higher than a critical level, which is referred to as the roughening transition. The roughening transition is dependent on the surface energy of the crystals, with crystals having a higher surface energy also having a lower roughening transition.

School of Chemical Engineering

Academic Year 2004

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____