จารุวรรณ ตั้งต้นสกุลวงศ์ : การจำลองเชิงตัวเลขและการวิเคราะห์การไหลในถังตกผลึกเพื่อผลิตน้ำตาล (NUMERICAL SIMULATION AND ANALYSIS OF FLOW IN CRYSTALLIZER FOR SUGAR PRODUCTION) อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ ดร.ทวิช จิตรสมบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอเดรียน ฟลัด, 154 หน้า ISBN 974-533-271-2

ลักษณะการไหลในถังตกผลึกเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการผลิตผลึก เช่น มีผลกระทบโดยตรงต่อความสม่ำเสมอของขนาดผลึกที่ได้ งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อจำลองเชิงตัวเลขและวิเคราะห์การไหลในถังตกผลึกจำลองของน้ำตาลประเภทต่อเนื่องโดยการทำความเย็น ถังตกผลึกนี้มีลักษณะเป็นทรงกระบอกก้นมน ภายในมีใบพัดเพื่อปั่นให้ของไหลไหลลงด้านล่าง ซึ่งในการจำลองนี้ใบพัดจะถูกแทนที่ด้วยแหล่งกำเนิดโมเมนตัม โดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเชิงพาณิชย์ “CFX5.5.1” เป็นโปรแกรมหลักในการจำลองการไหลในสามมิติ โปรแกรมนี้ใช้กรรมวิธีปริมาตรจำกัดและกริดไร้โครงสร้าง (Unstructured grid) เป็นพื้นฐานในการทำงาน ทั้งนี้ได้กำหนดการไหลให้เป็นการไหลแบบเฟสเดียว ซึ่งใช้สารละลายน้ำตาลซูโครสเป็นของไหลหลักในการศึกษา และไม่พิจารณาถึงผลกระทบจากอุณหภูมิ ผลการจำลองแสดงให้เห็นว่าการไหลภายในถังตกผลึกไม่เป็นเอกรูป และการเปลี่ยนโมเมนตัมในแนวแกนทำให้ความเร็วในแนวแกนมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ไม่ทำให้รูปแบบการไหลทั่วไปภายในถังผลึกเปลี่ยนไปมากนัก นอกจากบริเวณปากทางเข้าของท่อดูดออก ซึ่งรูปแบบการไหลขึ้นอยู่กับขนาดของโมเมนตัมที่ให้จากแหล่งกำเนิด ตลอดจนการดูดสารออกจากถังแบบ Isokinetic ก็ขึ้นอยู่กับค่าโมเมนตัมที่ให้เช่นกัน โดยที่ค่าโมเมนตัมเท่ากับ 18000 $kg/m^2/s^2$ ทำให้การไหลบริเวณปากท่อใกล้เคียงการดูดออกแบบ Isokinetic มากที่สุด ซึ่งเป็นผลดีต่อการตกผลึกทำให้ขนาดของผลึกที่ได้มีการกระจายแบบเอกซ์โปเนนเชียลอันเป็นรูปแบบการกระจายที่จะทำให้ได้ผลึกมีคุณภาพดีที่สุด อย่างไรก็ตามสังเกตได้ว่าที่ตำแหน่งจุดกึ่งกลางของก้นถังมีความเร็วต่ำกว่าบริเวณรอบข้างในทุกค่าของโมเมนตัมที่ให้จากแหล่งกำเนิด ชี้ให้เห็นว่าจะเป็นอุปสรรคต่อการลอยขึ้นของผลึกในบริเวณดังกล่าวซึ่งอาจนำไปสู่การตกตะกอนของผลึกน้ำตาลและจับกันเป็นก้อนแข็งอยู่ที่ก้นถังอันจะทำให้การควบคุมคุณภาพผลึกทำได้ยากขึ้น

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2546 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม _____

JARUWAN TANGTONSAKULWONG: NUMERICAL SIMULATION AND ANALYSIS OF FLOW IN CRYSTALLIZER FOR SUGAR PRODUCTION. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. TAWIT CHITSOMBOON, Ph.D. CO -THESIS ADVISOR: ASST. PROF. ADRIAN FLOOD, Ph.D. 154 PP. ISBN 974-533-271-2

CRYSTALLIZER/CFD/ISOKINETIC WITHDRAWAL/SUGAR/MIXING

The characteristics of a flow field in a crystallizer are key factors for a crystallization process. For example, this directly influence the crystal size distribution. The aim of this research is to numerically simulate the fluid flow in a small-scale (experimental) cylindrical round bottomed, continuous cooling crystallizer for sugar. Inside the tank, an impeller to force the downward flow in the draft tube is also included. For simplification and reducing the execution time consumed by the simulation software, the impeller is adequately modeled by using a momentum source. The commercial software "CFX 5.5.1" was employed to perform the 3D simulation with the finite volume method using an unstructured mesh. One phase flow, non conducting fluid is determined, since heat transfer is not significant in the isothermal crystallizer study. Sucrose solution is assumed as the test fluid is examined. The simulation results show that the flow pattern in the crystallizer is non-uniform. The axial momentum strongly increases the axial flow velocity but only slightly influences the flow pattern, except the flow near the outlet tube that depends on the momentum applied. Also, the isokinetic withdrawal depends on the momentum applied. The momentum source of 18000 $kg/m^2/s^2$ gives the most similar flow to the isokinetic withdrawal. This leads to the exponential crystal-sized distribution, which is the optimum distribution. Furthermore, the velocity at the center of the tank's bottom is lower than that of the surrounding region. As a result, sugar crystals may settle and cause the collection of the settled crystals at the bottom. This leads to difficulty in quality control for the obtained product.

School of Mechanical Engineering
Academic Year 2546

Student's Signature _____
Advisor's Signature _____
Co-advisor's Signature _____