การปรับปรุงการใช้ประโยชน์พลังงานความร้อนของกระบวนการผลิตโพลิคาร์โบเนตปัจจุบัน

นายศุภมนต์ เผือกสวัสดิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2551
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

HEAT RECOVERY IMPROVEMENT OF THE PRESENT POLYCARBONATE PROCESS

Mr.Suppamon Puaksawat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Chemical Engineering

Department of Chemical Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

511655

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงการใช้ประโยชน์พลังงานความร้อนของกระบวนการผลิตโพลิคาร์โบเนตปัจจุบัน
โดย	นายศุภมนต์ เผือกสวัสดิ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมเคมี
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.เดชา ฉัตรศิริเวช

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุรา ปานเจริญ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.เดชา ฉัตรศิริเวช)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.วรัญ แต้ไพสิฐพงษ์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สุรเทพ เขียวหอม)

ศุภมนต์ เผือกสวัสดิ์: การปรับปรุงการใช้ประโยชน์พลังงานความร้อนของกระบวนการผลิตโพลิคาร์โบเนตปัจจุบัน. (HEAT RECOVERY IMPROVEMENT OF THE PRESENT POLYCARBONATE PROCESS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ.ดร.เดชา ฉัตรศิริเวช, 79 หน้า.

หน่วยบำบัดน้ำเสียถูกปรับเปลี่ยนเพื่อพัฒนากระบวนการใช้พลังงานความร้อนในการบำบัดน้ำเสีย โดยน้ำที่ได้รับการบำบัดแล้วยังคงมีคุณภาพเหมือนเดิม จากการนำอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่เหมือนกันมาจัดเรียงแบบขนาน เพื่อทำการให้ความร้อนน้ำเสียเบื้องต้น พบว่าปริมาณการใช้ไอน้ำเพื่อบำบัดน้ำเสียลดลงประมาณ 50.1 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ การนำอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่เหมือนกัน 2 เครื่อง มาจัดเรียงแบบอนุกรมนั้นพบว่าปริมาณการใช้ไอน้ำนั้นลดลงถึงประมาณ 53.2 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นจากการศึกษาพบว่าเมื่อรวมกับการปรับเปลี่ยนวิธีการ ควบคุมอุณหภูมิยอดหอของ Stripper Column ยังสามารถช่วยลดปริมาณไอน้ำได้ถึง 58.4 เปอร์เซ็นต์

ภาควิชา: วิศวกรรมเคมี
สาขาวิชา: วิศวกรรมเคมี
ปีการศึกษา: 2551

ลายมือชื่อนิสิต: Suppamon Peaksawat.
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: เดชา ฉัตรศิริเวช

4771484521 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING

KEY WORD: HEAT RECOVERY / WASTEWATER / POLYCARBONATE

SUPPAMON PUAKSAWAT: HEAT RECOVERY IMPROVEMENT OF THE PRESENT POLYCARBONATE PROCESS. THESIS ADVISOR: ASSOC.PROF. DR. DEACHA CHATSIRIWECH, 79 pp.

Wastewater treatment unit was modified to improve heat recovery between treated wastewater and wastewater for the same quality of treated wastewater. By inserting a parallel of similar heat exchanger for preheating wastewater, the steam consumption was reduced by about 50.1 %. While, with a series of two similar heat exchangers for preheating wastewater, the steam consumption was further reduced by approximately 53.2 %. In additional, the steam consumption was further reduced by 58.4% with modification of the stripper temperature control.

Department: Chemical Engineering Student's signature: Suppamon Puaksawat

Field of study: Chemical Engineering Advisor's signature: Deacha Chatsiriwech

Academic year: 2008

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้โดยได้รับความช่วยเหลือจากหลายฝ่าย ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.เดชา ฉัตรศิริเวช ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางการทำงานวิจัย แนวทางการแก้ปัญหา และให้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ตลอดจนการตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จเป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.อุรา ปานเจริญ ประธานกรรมการ อาจารย์ ดร. สุรเทพ เขียวหอม และอาจารย์ ดร.วรัญ แต้ไพสิฐพงษ์ ที่กรุณามาร่วมเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และได้ให้ข้อคิดคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยฉบับนี้

ขอขอบคุณบริษัท ไบเออร์ประเทศไทย จำกัด มาบตาพุด ที่ให้การสนับสนุนและให้โอกาสเสนอความคิดในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง ตลอดถึงเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือ ในการเก็บตัวอย่าง ให้กำลังใจตลอดจนคำแนะนำดี ๆ เสมอมา

ท้ายที่สุดนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา พี่น้องในครอบครัว และผู้มี อุปการคุณที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้ตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ.....ฉ
สารบัญ.....ช-ซ
สารบัญตาราง.....ฌ
สารบัญภาพ.....ญ-ฏ

บทที่ 1 บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....10
ขอบเขตและข้อจำกัดของการวิจัย.....10
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....10
วิธีดำเนินการวิจัย.....11
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย.....11

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แนวคิดและทฤษฎี

2.1 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน.....12
2.2 การประเมินเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน.....19
2.3 การเสียเฮดความดัน.....32

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย.....36

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....42

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง.....51

ข้อเสนอแนะหลังการทดลอง.....57

รายการอ้างอิง.....58

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.....60

ภาคผนวก ข.....62

ภาคผนวก ค.....64

ภาคผนวก ง.....67

ภาคผนวก จ.....70

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....79

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

ตารางที่ 1.1 จำแนกอุณหภูมิของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่อยู่ในหน่วยผลิต.....9
ตารางที่ 2.1 กลุ่มของเครื่องมือถ่ายเทความร้อนแยกตามลักษณะการทำงาน.....13
ตารางที่ 2.1 สัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนทั้งหมดในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนบางชนิด..23
ตารางที่ 2.2 เฟาลิ่งแฟกเตอร์ (Fouling factor).....24
ตารางที่ 4.1 ความดันลดที่เปลี่ยนแปลงเมื่อมีการจัดเรียงอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน.....42
ตารางที่ 4.2 ค่าความดันลดเมื่อมีการจัดเรียงอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนจากอุปกรณ์หลัก.....43
ตารางที่ 4.3 แสดงค่าที่คำนวณได้จากการจัดเรียงอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบต่าง ๆ.....44
ตารางที่ 4.4 แสดงข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูล ในการเดิน Stripper column จริง.....45
ตารางที่ 4.5 แสดงค่าจากจุดเก็บตัวอย่างและค่าควบคุมแต่ละจุด.....46
ตารางที่ 4.6 แสดงค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากจุดต่าง ๆ ของ Stripper column.....47
ตารางที่ 4.7 อุณหภูมิยอดหอ Stripper column ที่เปลี่ยนแปลง และปริมาณการป้อนไอน้ำเข้า Reboiler.....49
ตารางที่ 4.8 อุณหภูมิยอดหอ Stripper column ที่เปลี่ยนแปลง ปริมาณการป้อนไอน้ำเข้า Reboiler และอัตราส่วนไอน้ำต่อน้ำเสียป้อนเข้า.....50
ตารางที่ ค.1 ความยาวสมมูลข้อต่อและสิ่งประกอบท่อต่าง ๆ.....64
ตารางที่ จ.1 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม.....71

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 1.1 หน่วยต่าง ๆ ในการผลิตโพลีคาร์โบเนต....4
รูปที่ 1.2 แผนผังพื้นที่โรงงานแสดงหน่วยการผลิตต่าง ๆ....5
รูปที่ 2.1 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนชนิด Double Pipe Heat Exchanger (Jacketed pipe) ภาพจาก www.spiraxsarco.com....14
รูปที่ 2.2 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนชนิด Shell and Tube Heat Exchanger ภาพจาก www.secshellandtube.com....15
รูปที่ 2.3 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนชนิด เครื่องมือถ่ายเทความร้อนแบบเพลท (Plate heat exchanger) ภาพจาก www.separationequipment.com....16
รูปที่ 2.4 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนชนิด Spiral plate ภาพจาก www.me.metu.edu.tr 17
รูปที่ 2.5 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนชนิด Spiral tube ภาพจาก www.sentry-equip.com....17
รูปที่ 2.6 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความ ร้อนชนิดFluidized bed หรือ Moving bed ภาพจาก www.britannica.com....18
รูปที่ 2.7 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนชนิด Finned tube ภาพจาก http:\images.google.co.th....18
รูปที่ 2.8 การไหลแลกเปลี่ยนความร้อนแบบต่าง ๆ....20
รูปที่ 2.9 ก.การแลกเปลี่ยนความร้อนแบบไหลทางเดียวกันและ ข. แบบไหลสวนทาง....20
รูปที่ 2.10 โครงข่ายความต้านทานของการถ่ายโอนความร้อน....21
รูปที่ 2.11 ของไหลที่มีอัตราการไหลและความจุความร้อนเท่ากันจะมีความแตกต่างอุณหภูมิเหมือนกันในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่หุ้มฉนวนอย่างดี....26
รูปที่ 2.12 การแปรผันอุณหภูมิของไหลในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ไหลแบบขนาน....27
รูปที่ 2.13 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบไหลขนานและไหลสวนทาง....29
รูปที่ 2.14 การแปรผันอุณหภูมิของไหลในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนท่อคู่ที่ไหลสวนทาง....30
รูปที่ 2.15 แสดงแผนภาพ Moody diagram....34
รูปที่ 3.1 การจัดเรียงอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบใช้งาน 1 เครื่อง และแบบขนาน....36
รูปที่ 3.2 การจัดเรียงอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบอนุกรม....37

บทที่ หน้า

รูปที่ 3.3 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องใน Flow diagram ของ Stripper column....38
รูปที่ 3.4 จุดเก็บตัวอย่างของระบบ Stripper column....39
รูปที่ 3.5 การควบคุมการควบคุมการใช้ไอน้ำแบบเดิมโดยใช้การควบคุมวาล์วไอน้ำที่ป้อนเข้า Reboiler โดยนำอุณหภูมิของยอดหอมาเป็นตัวสั่งการทำงานของวาล์วไอน้ำ...40
รูปที่ 3.6 การควบคุมการเดินเครื่องแบบควบคุมวาล์วไอน้ำโดยการใช้ค่าอัตราส่วนของไอน้ำต่อน้ำที่ป้อนเข้ามาเป็นตัวสั่งการการทำงานของวาล์วไอน้ำ....41
รูปที่ 4.1 Flow diagram ของ Stripper column ที่ทำการทดลอง....44
รูปที่ 4.2 จุดต่าง ๆ ที่เก็บผลการทดลองเพื่อส่งผลทดลองวิเคราะห์ผล....46
รูปที่ 4.3 แสดงจุดที่ทำการวัดอุณหภูมิและคำนวณหาค่าความจุความร้อน....47
รูปที่ 5.1 เปรียบเทียบค่าพลังงานความร้อนในการจัดเรียงอุปกรณ์แบบต่าง ๆ....51
รูปที่ 5.2 เปรียบเทียบปริมาณการใช้ไอน้ำในการจัดเรียงอุปกรณ์แบบต่าง ๆ....52
รูปที่ 5.3 เปรียบเทียบค่าอุณหภูมิล็อกในการจัดเรียงอุปกรณ์แบบต่าง ๆ....53
รูปที่ 5.5 ผลการบันทึกกราฟการเดินเครื่องแบบการควบคุมการใช้ไอน้ำแบบเดิม....55
รูปที่ 5.6 การควบคุมวาล์วไอน้ำโดยการใช้ค่าอัตราส่วนของไอน้ำต่อน้ำที่ป้อนเข้า....55
รูปที่ ก.1 Moody diagram....61
รูปที่ ข.1 Pump curve สำหรับ pump จากถังป้อน (Stripper feed tank) ไป Stripper column...62
รูปที่ ข.2 Pump curve สำหรับ pump จาก Stripper column ไป ถังพัก (Stripped tank)....63
รูปที่ ค.1 วาล์วชนิดต่าง ๆ....65
รูปที่ ค.2 ข้อต่อชนิดต่าง ๆ....66