

การประยุกต์ใช้การปรับให้สอดคล้องและการตรวจจับความผิดพลาดชัดเจนของข้อมูล
สำหรับหอบแห้งแบบพ่นฝอยในกระบวนการผลิตผงซักฟอก

นางสาวเพ็ญรุ่ง กลิ่นลำดวน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

APPLICATION OF DATA RECONCILIATION AND GROSS ERROR DETECTION

FOR SPRAY DRYING TOWER IN DETERGENT PRODUCTION PROCESS

Miss Penrung Klinlumduan

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

511895

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การประยุกต์ใช้การปรับให้สอดคล้องและการตรวจจับความ
ผิดพลาดชัดเจนของข้อมูลสำหรับหอบแห้งแบบพ่นฝอยใน
กระบวนการผลิตผงซักฟอก

โดย

นางสาวเพ็ญรุ่ง กิ่งล้ำดวน

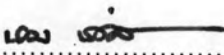
สาขาวิชา

วิศวกรรมเคมี

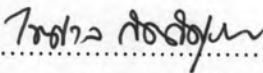
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

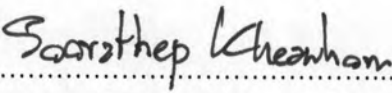
อาจารย์ ดร.สุรเทพ เขียวหอม

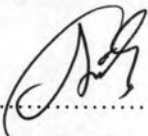
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศสิทธิ์วงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล กิตติสุภกร)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.สุรเทพ เขียวหอม)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.อภินันท์ สุทธิธรรวัช)


..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรวัฒน์ ปัททวีคองคา)

เพ็ญรุ้ง กลิ่นลำดวน : การประยุกต์ใช้การปรับให้สอดคล้องและการตรวจจับความผิดพลาดชัดเจนของข้อมูลสำหรับหอบแห้งแบบพ่นฝอยในกระบวนการผลิตผงซักฟอก.

(APPLICATION OF DATA RECONCILIATION AND GROSS ERROR DETECTION FOR SPRAY DRYING TOWER IN DETERGENT PRODUCTION PROCESS)

อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อ.ดร. สุรเทพ เขียวหอม, 43 หน้า.

ในการทำออนไลน์ออฟติไมเซชัน แบบจำลองกระบวนการที่มีความแม่นยำและข้อมูลการวัดที่มีความเที่ยงตรงมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยค่าตัวแปรกระบวนการที่ได้จากการวัดจะถูกใช้เพื่อหาค่าที่แท้จริงของตัวแปรกระบวนการ โดยการปรับให้สอดคล้องและการตรวจจับความผิดพลาดชัดเจนของข้อมูล งานวิจัยนี้เรานำการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลมาประยุกต์ใช้กับหอบแห้งแบบพ่นฝอยสำหรับกระบวนการผลิตผงซักฟอกที่สภาวะคงตัว ซึ่งจะศึกษาวิธีการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล 4 วิธีคือ Weighted Least-Square, Contaminated Normal, Lorentzian distribution function และ Hampel's redescending M-estimator เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังศึกษาการสร้างปัญหาออฟติไมเซชันของการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลที่ใช้วิธีการแยกปัญหาการปรับให้สอดคล้อง โดยเปรียบเทียบผลที่ได้จากการสร้างปัญหาออฟติไมเซชันของการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลแบบดั้งเดิมด้วยสมการสมดุลมวลสารและพลังงาน กับผลที่ได้จากวิธีการลดความซับซ้อนของปัญหาโดยแยกปัญหาการปรับให้สอดคล้องแบบดั้งเดิมเป็นปัญหาการปรับให้สอดคล้องด้วยข้อจำกัดการอนุรักษ์มวลสาร และปัญหาการปรับให้สอดคล้องด้วยข้อจำกัดการอนุรักษ์พลังงาน จากผลการทดลองพบว่าวิธีการลดความซับซ้อนของปัญหาให้ผลที่ดีกว่า นอกจากนี้ยังใช้เวลาในการแก้ปัญหาการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลน้อยกว่าปัญหาการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลแบบดั้งเดิม

ภาควิชา.....วิศวกรรมเคมี..... ลายมือชื่อนิสิต..... เพ็ญรุ้ง กลิ่นลำดวน.....
 สาขาวิชา.....วิศวกรรมเคมี..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก..... สุรเทพ เขียวหอม.....
 ปีการศึกษา.....2551.....

5070385521 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING

KEYWORDS : DETERGENT PRODUCTION PROCESS / DATA RECONCILIATION /
SPRAY DRYING TOWER / GROSS ERROR DETECTION

PENRUNG KLINLUMDUAN : APPLICATION OF DATA RECONCILIATION
AND GROSS ERROR DETECTION FOR SPRAY DRYING TOWER IN
DETERGENT PRODUCTION PROCESS. ADVISOR : SOORATHEP
KHEAWHOM, Ph.D., 43 pp.

The on-line optimization has relies on an accuracy of the process model and the quality of the measurement data. The measurement data are used to determine the real process variables by using data reconciliation and gross error detection. In this work, we apply data reconciliation in spray drying tower for detergent production process at steady state condition. Four data reconciliation algorithms: Weighted Least-Square, Contaminated Normal, Lorentzian distribution function and Hampel's redescending M-estimator, are investigated to compare its efficiency. Moreover, We study the formulation of optimization problem of data reconciliation by using decomposition method. We compare the results obtained from original data reconciliation optimization problem with mass and energy conservation constraints with the results obtained from problem decomposition of the original problem into data reconciliation optimization problem with mass conservation constraints and data reconciliation optimization problem with energy conservation constraints. It was found that the problem decomposition method yields better results. Moreover, computational time required to solve the decomposed data reconciliation problem is smaller than that of the original problem.

Department : ...Chemical Engineering..... Student's Signature : Penrung Klinlumduan
Field of Study : Chemical Engineering..... Advisor's Signature : Soorathep Kheawhom
Academic Year : ...2008.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้เป็นอย่างดีด้วยความความช่วยเหลือของ อ.ดร.สุรเทพ เขียวหอม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ไพศาล กิตติศุภกร ประธานกรรมการ อ.ดร.อภิรักษ์ สุทธิธรรวัช และผศ.ดร.วีรวัฒน์ ปัตทวิคองคา กรรมการ ซึ่งได้สละเวลาให้คำแนะนำ แนวทางและข้อคิดเห็นต่างๆ ในงานวิจัยด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงที่ได้ให้ความกรุณาจนงานวิจัยนี้สำเร็จลงได้

และเนื่องจากงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภายใต้โครงการเชื่อมโยงภาคการผลิตกับงานวิจัย ทุน สกว. - อุตสาหกรรม สัญญาเลขที่ MRG-WI515E012 จึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณบริษัทยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด และพี่ๆ ของบริษัททุกท่านที่เอื้อเฟื้อข้อมูลและให้ความช่วยเหลือด้วยดีมาตลอด

ขอขอบพระคุณพี่ๆ เพื่อนๆ นิสิตปริญญาโท ทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษา ช่วยเหลือและให้กำลังใจด้วยดีมาตลอดระยะเวลาที่ศึกษา

ขอขอบพระคุณ ครูอาจารย์ทุกท่านที่มีโอกาสกล่าวถึงได้หมด ณ ที่นี้ ที่ได้ให้ความรู้ อบรมสั่งสอนจนสามารถสำเร็จการศึกษา

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณพ่อและแม่ ที่ได้สนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยรวมถึงความเข้าใจและกำลังใจที่มีให้เสมอมา จนสามารถสำเร็จการศึกษา ประโยชน์และคุณค่าอันใดที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์นี้ ขอมอบเป็นกตัญญูตราบูชาแต่พ่อและแม่ ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ญ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
3 ทฤษฎี.....	5
3.1 การปรับให้สอดคล้องของข้อมูล.....	5
3.2 การกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์สำหรับปัญหาการปรับให้สอดคล้องของ ข้อมูลให้อยู่ในรูปปัญหาการหาค่าเหมาะที่สุด (optimization).....	6
3.3 การตรวจจับความผิดพลาดชัดเจน.....	9
3.4 ประโยชน์จากการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลและการตรวจจับความ ผิดพลาดชัดเจน.....	10
3.5 ผงซักฟอก.....	10
3.6 กระบวนการผลิตผงซักฟอก.....	13
3.7 เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย.....	14

บทที่	หน้า
4 กรณีศึกษา.....	26
4.1 การประยุกต์ใช้การปรับให้สอดคล้องของข้อมูลสำหรับหอบแห้งแบบพ่น ฝอยในกระบวนการผลิตผงซักฟอก.....	26
5 สรุปผลการทดลอง.....	32
รายการอ้างอิง.....	33
ภาคผนวก.....	34
ภาคผนวก ก ข้อมูลของตัวแปรต่างๆ ที่ได้จากการวัด.....	35
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	43

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ค่าคงที่ที่ใช้ในการประมาณความน่าจะเป็นสูงสุด.....	9
4.1	ผลการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลแต่ละวิธีในการทำสมมูลมวลสาร.....	28
4.2	ผลการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลแต่ละวิธีในการทำสมมูลความร้อน.....	30
ก-1	อัตราการไหลของตัวแปรสายเข้าที่ใช้ในการทำสมมูลมวลสาร.....	35
ก-2	อัตราการไหลของตัวแปรสายออกที่ใช้ในการทำสมมูลมวลสาร.....	37
ก-3	ความร้อนของตัวแปรสายเข้าที่ใช้ในการทำสมมูลความร้อน.....	39
ก-4	ความร้อนของตัวแปรสายออกที่ใช้ในการทำสมมูลความร้อน.....	41

สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	สูตรโครงสร้างของผงซักฟอก.....	11
3.2	กระบวนการผลิตผงซักฟอก.....	14
4.1	กระบวนการอบแห้งแบบพ่นฝอย.....	26
4.2	เปรียบเทียบผลการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลในแต่ละวิธีของตัวแปรสายเข้า..	29
4.3	เปรียบเทียบผลการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลในแต่ละวิธีของตัวแปรสายออก.	29
4.4	เปรียบเทียบผลการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลในแต่ละวิธีของตัวแปรสายเข้า..	31
4.5	เปรียบเทียบผลการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลในแต่ละวิธีของตัวแปรสายออก.	31

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

A	พื้นที่ผิวของการถ่ายเทความร้อน
C_p	ความจุความร้อนจำเพาะ
C_s	ความร้อนขึ้น
F_D	อัตราการไหลเชิงมวลของฝุ่น
F_{EA}	อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศร้อนออก
F_{EW}	อัตราการไหลเชิงมวลของไอน้ำ
F_{HA}	อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศร้อนเข้า
F_{LA}	อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศที่รั่วเข้า
F_P	อัตราการไหลเชิงมวลของผลิตภัณฑ์
F_S	อัตราการไหลเชิงมวลของของเหลวชั้น
H_a	ความชื้นของอากาศ
$Q_{A,i}$	เอนทาลปีของอากาศแห้งที่เข้า
$Q_{A,o}$	เอนทาลปีของอากาศแห้งที่ออก
Q_L	ปริมาณความร้อนที่สูญเสีย
Q_S	เอนทาลปีของของเหลวชั้น
T_r	อุณหภูมิที่อ้างอิง
U	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน
ΔT	ความแตกต่างของอุณหภูมิ
λ	ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ