เทคนิคการลดับทิศทางไหลของลมร้อนในเครื่องอบแห้งแบบไหลผ่านเพื่อผลผลิตสูงสุด

นายกมลรัตน์ พันธุ์อารยะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ.2528

ISBN 974-564-142-1

008924

T15011188

ALTERNATING HOT AIR CURRENT TECHNIQUE TO MAXIMIZE PRODUCTIVITY OF A THROUGH-FLOW DRYER

Mr. Kamonrat Phanaraya

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Chemical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1985

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เทคนิคการส่งสัญญาณทิศทางไหลของลมร้อนในเครื่องอบแห้งแบบไหลผ่านเพื่อผลผลิตสูงสุด

โดย นายกมลรัตน์ พันธุ์อารยะ

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล

อาจารย์ ทักษิณา ลอยจิรากุล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย สุกาญจนัจที)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนา ภัตรานนท์)

..... กรรมการ

(ดร.จิรกานต์ เมืองนาโพธิ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ทักษิณา ลอยจิรากุล)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	เทคนิคการสลับทิศทางไหลของลมร้อนในเครื่องอบแห้งแบบไหลผ่านเพื่อผลผลิตสูงสุด
ชื่อนิสิต	นายกมลรัตน์ พันธุ์อารยะ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล
	อาจารย์ ทักษิณา ลอยจิรากุล
ภาควิชา	วิศวกรรมเคมี
ปีการศึกษา	2527

พลมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการอบแห้งยีนมันสำปะหลัง (ขนาด 3 มม. x 5 มม. x 5 มม.) ทั้งชั้นบาง (5 ซม) และชั้นหนา (40 ซม) ในเครื่องอบแห้งแบบไหลผ่านเพื่อดูอิทธิพลที่ความเร็วลมและอุณหภูมิลมร้อนมีต่อเส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งและพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการคำนวณการกระจายความชื้นของชั้นวัสดุและเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้ง จากการทดลองอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง 3 กรณีคือ กรณีอบแห้งแบบปกติ (ไม่มีการผสมวัสดุหรือสลับทิศทางลมร้อนเป็นครั้งคราว) กรณีผสมวัสดุเป็นครั้งคราวและกรณีสลับทิศทางลมร้อนเป็นครั้งคราวได้พบว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถทำนายเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งได้ใกล้เคียงกับ ผลการทดลองโดยมีความคลาดเคลื่อนสูงสุดไม่เกิน 5.3% 3.2% และ 7.7% สำหรับการอบแห้งแบบปกติ แบบผสมวัสดุเป็นครั้งคราว (ทุก ๆ 150 นาที) และแบบสลับทิศทางลมร้อนเป็นครั้งคราว (ทุก ๆ 30 นาที) ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งพบว่า การอบแห้งโดยผสมวัสดุเป็นครั้งคราวจะใช้เวลาในการอบแห้งน้อยกว่าหรือเท่ากับการอบแห้งแบบปกติเสมอ (น้อยกว่าถึง 14.8%) ส่วนการอบแห้งโดยสลับทิศทางลมร้อนเป็นครั้งคราวแทบไม่มีผลต่อการประหยัดเวลาในการอบแห้งและในบางเงื่อนไขอาจเสียเวลามากกว่าการอบแห้งแบบปกติ

ในกรณีการอบแห้งโดยผสมวัสดุเป็นครั้งคราว ช่วงห่างของเวลา θ_m (ช่วงเวลาก่อนการผสมวัสดุแต่ละครั้ง) ที่เหมาะสมที่สุดในการลดเวลาอบแห้งก็คือค่า θ_m ที่สามารถหาเวลา $\overline{\theta}_f$ (เวลาที่ต้องใช้เพื่อให้ความชื้นเฉลี่ยสุดท้ายของชั้นวัสดุเท่ากับค่าที่ต้องการ) ของกรณีการอบแห้งแบบปกติได้ลงตัวหรือเกือบลงตัวที่สุด

Thesis Title	Alternating hot air current technique to maximize productivity of a through-flow dryer
Name	Mr. Kamonrat Phanaraya
Thesis Advisor	Associate Professor Wiwut Tanthapanichakoon Ph.D.
	Miss Tucsina Loychirakul
Department	Chemical Engineering
Academic Year	1984

ABSTRACT

The present work investigated the drying of both thin (5 cm) and thick (40 cm) of tapioca chips (average size 3 mm x 5 mm x 5 mm) in a through-flow dryer to understand the effects of hot air velocity and temperature on the drying characteristic curve and developed a mathematical model to calculate the profile of moisture content in the bed and the required drying time. From the experiments, on 3 cases of tapioca drying, i.e. the case of normal drying (No periodic mixing of material or alternating the hot air current), the case of mixing the material periodically and the case of alternating the hot air current periodically, it was found that the mathematical model was able to predict required drying times that were close to the experimental results with maximum error of 5.3 %, 3.2 % and 7.7 % for the case of normal drying, of mixing the material periodically (every 150 minutes) and of alternating the hot air current periodically (every 30 minutes), respectively.

When the required drying times were compared, it was found that periodic mixing invariably took less (up to 14.8 % less) than or

equal to the case of normal drying. On the other hand, the case of drying with periodic alternating of the hot air current hardly had any effect on the drying time and in some instances might take longer than the case of normal drying.

In case of drying with periodic mixing, the optimal time interval θ_m (between mixing operation) that minimized the drying time was such a value of θ_m that could exactly or almost exactly divide $\overline{\theta}_f$ (the drying time required to reduce the average moisture content down to a desired value) of the case of normal drying.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้โดยได้รับความช่วยเหลือจากหลายฝ่าย ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล อาจารย์ ทักษิณา ลอยจิรากุล ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางการแก้ปัญหาในขณะทำงานวิจัยและให้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ยิ่งตลอดจนการตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จเป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์

นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณ นายพูนลาภ ณ น่าน นายกลศ ฟูยีฮีมา ตลอดจนเพื่อน ๆ อีกหลายท่าน ซึ่งให้กำลังใจและมีส่วนช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูป ..... ฐ

สัญญลักษณ์ ..... ณ

บทที่

1 บทนำ 1

2 สรุปผลการวิจัยในอดีต 5

3 ทฤษฎีการอบแห้งแบบไหลผ่าน 11

4 วิธีการทดลองและผลการทดลอง 27

5 การประยุกต์ใช้แบบจำลองในงานวิศวกรรมอบแห้ง 65

6 บทสรุป 83

บรรณานุกรม 85

ภาคผนวก 88

ประวัติการศึกษา 123

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณและมูลค่าของผลิตภัณฑ์เกษตรที่สำคัญของประเทศไทย ปี 1982/1983.....	1
2	ปริมาณและมูลค่าการส่งออกมันสำปะหลังของประเทศไทย....	2
4.1	เงื่อนไขที่ใช้ในการอบแห้งกับลักษณะสมบัติของชิ้นมันสำปะหลัง	50
4.2	ค่า C_c ที่หาได้และการเปรียบเทียบอัตราการอบแห้งที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ค่า C_c ดังกล่าวกับผลการทดลอง, C_c ที่เหมาะสม = 3.85 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง $S(C_c)$ = 0.04747....	51
4.3	ผลการเปรียบเทียบเวลา (θ_f') ที่ต้องใช้ในการอบแห้งระหว่างผลการคำนวณกับผลการทดลองสำหรับการอบแห้งชิ้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม เพื่อทำให้วัสดุที่ด้านทางออกของลมร้อนมีความชื้นเท่ากับความชื้นที่ต้องการ (กรณีการอบแห้งแบบปกติ)	59
4.4	ผลการเปรียบเทียบเวลา (θ_f') ที่ต้องใช้ในการอบแห้งระหว่างผลการคำนวณกับผลการทดลองสำหรับการอบแห้งชิ้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม เพื่อทำให้วัสดุที่ด้านทางออกของลมร้อนมีความชื้นเท่ากับความชื้นที่ต้องการ (กรณีที่ผสมวัสดุทุก ๆ 150 นาที).....	60
4.5	ผลการเปรียบเทียบเวลา (θ_f) ที่ต้องใช้ในการอบแห้งระหว่างผลการคำนวณกับผลการทดลองสำหรับการอบแห้งชิ้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม เพื่อทำให้ตำแหน่งความชื้นสูงสุดในชิ้นวัสดุเหลือค่าเท่ากับความชื้นที่ต้องการ (กรณีที่สลับทิศทางลมทุก ๆ 30 นาที).....	60

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

5.1 ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งจนเหลือความชื้น 0.336 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง สำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม (กรณีการอบแห้งโดยผสมวัสดุเป็นครั้งคราวทุก θ_m นาที)..... 66

5.2 ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งจนเหลือความชื้น 0.252 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง สำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม (กรณีการอบแห้งโดยผสมวัสดุเป็นครั้งคราวทุก θ_m นาที)..... 67

5.3 ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งจนเหลือความชื้น 0.168 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง สำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม (กรณีการอบแห้งโดยผสมวัสดุเป็นครั้งคราวทุก θ_m นาที)..... 68

5.4 ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งจนเหลือความชื้น 0.084 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง สำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม (กรณีการอบแห้งโดยผสมวัสดุเป็นครั้งคราวทุก θ_m นาที)..... 69

5.5 ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งจนเหลือความชื้น 0.336 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม (กรณีการอบแห้งแบบปกติกับการอบแห้งโดยผสมวัสดุเป็นครั้งคราวทุก ๆ θ_m นาที แต่เสียเวลาในการผสมวัสดุครั้งละ θ_x = 10 นาที) 72

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
5.6	ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งจนเหลือความชื้น 0.252 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม (กรณีการอบแห้งแบบปกติกับการอบแห้งโดยผสมวัสดุเป็นครั้งคราวทุก ๆ θ_m นาที แต่เสียเวลาในการผสมวัสดุครั้งละ θ_x = 10 นาที)	73
5.7	ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งจนเหลือความชื้น 0.168 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม (กรณีการอบแห้งแบบปกติกับการอบแห้งโดยผสมวัสดุเป็นครั้งคราวทุก ๆ θ_m นาที แต่เสียเวลาในการผสมวัสดุครั้งละ θ_x = 10 นาที)	74
5.8	ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งจนเหลือความชื้น 0.084 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม (กรณีการอบแห้งแบบปกติกับการอบแห้งโดยผสมวัสดุเป็นครั้งคราวทุก ๆ θ_m นาที แต่เสียเวลาในการผสมวัสดุครั้งละ θ_x = 10 นาที)	75
5.9	ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งจนเหลือความชื้น 0.336 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม (กรณีการอบแห้งแบบปกติกับการอบแห้งโดยสลับทิศทางลมร้อนทุก θ_m' นาที).....	78
5.10	ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งจนเหลือความชื้น 0.252 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม (กรณีการอบแห้งแบบปกติกับการอบแห้งโดยสลับทิศทางลมร้อนทุก θ_m' นาที).....	78

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
5.11	ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง จนเหลือความชื้น 0.168 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง สำหรับการอบแห้งชื้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม. (กรณีการอบแห้งแบบปกติกับการอบแห้งโดยสลับทิศทางลมร้อนทุก θ_m' นาที)	79
5.12	ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง จนเหลือความชื้น 0.084 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง สำหรับการอบแห้งชื้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม. (กรณีการอบแห้งแบบปกติกับการอบแห้งโดยสลับทิศทางลมร้อนทุก θ_m' นาที)	79

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
3.1	แสดงตัวอย่างทั่วไปของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่ออบแห้งวัสดุภายในกระแสลมร้อนปริมาณมากที่มีอุณหภูมิความชื้นและความเร็วลมคงที่.....	11
3.2	แสดงเส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งที่ได้มาจากรูปที่ 3.1.....	12
3.3.ก.	แสดงการไหลของอากาศร้อนที่อุณหภูมิ t_i, ความชื้น H_i และออกจากชั้นวัสดุที่อุณหภูมิ t_L, ความชื้น H_L โดยที่ชั้นวัสดุมีความสูง L .	13
3.3 ข	แสดงเส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งเม็ดวัสดุเดี่ยวภายในเงื่อนไขการอบแห้งคงที่.....	13
3.4	แสดงการแบ่งช่วงการอบแห้งภายในชั้นวัสดุโดยที่ระยะ 0 ถึง ξ_c และξ_c ถึง ξ_L คือช่วงการอบแห้งที่ความเร็วลดลงและช่วงการอบแห้งที่ความเร็วคงที่ตามลำดับ	18
4.1	แสดงลักษณะของเครื่องอบแห้งแบบไหลผ่านที่ใช้ในการทดลอง...	28
4.2	การเปลี่ยนแปลงความชื้นกับเวลาสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง (หนา 5 ซม.)	37
4.3	การเปลี่ยนแปลงความชื้นกับเวลาสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง (หนา 5 ซม).....	38
4.4	การเปลี่ยนแปลงความชื้นกับเวลาสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง (หนา 5 ซม)	39
4.5	การเปลี่ยนแปลงความชื้นกับเวลาสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง (หนา 5 ซม).....	40
4.6	การเปลี่ยนแปลงความชื้นกับเวลาสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง (หนา 5 ซม).....	41

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.7	การกระจายความชื้นภายในชั้นวัสดุกับเวลาสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม (กรณีปกติ)	42
4.8	การกระจายความชื้นภายในชั้นวัสดุกับเวลาสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม (กรณีผสมวัสดุทุก ๆ 150 นาที)	43
4.9	การกระจายความชื้นภายในชั้นวัสดุกับเวลาสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม (กรณีสลับทิศทางลมร้อนทุก ๆ 30 นาที)	44
4.10	อัตราการอบแห้งกับความชื้นที่ 50°ซ และ 70°ซ สำหรับมันสำปะหลัง	45
4.11	อัตราการอบแห้งกับความชื้นที่ 50°ซ และ 70°ซ สำหรับมันสำปะหลัง	46
4.12	อัตราการอบแห้งกับความชื้นที่ความเร็วลมต่าง ๆ กันสำหรับมันสำปะหลัง	47
4.13	อัตราการอบแห้งกับความชื้นที่ความเร็วลมต่าง ๆ กันสำหรับมันสำปะหลัง	48
4.14	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 5 ซม.....	49
4.15	การเปรียบเทียบเส้นลักษณะเฉพาะเชิงทฤษฎีกับผลการทดลองอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 5 ซม	52
4.16	ผลการคำนวณกับผลการทดลองหาการกระจายความชื้นในชั้นวัสดุกับเวลาสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม (กรณีปกติ)..	54
4.17	ผลการคำนวณกับผลการทดลองหาการกระจายความชื้นในชั้นวัสดุกับเวลาสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม) (กรณีผสมวัสดุทุก ๆ 150 นาที)	55
4.18	ผลการคำนวณกับผลการทดลองหาการกระจายความชื้นในชั้นวัสดุกับเวลา (เฉพาะเวลาที่ลมร้อนเข้าทางด้านล่าง) สำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม (กรณีสลับทิศทางลมร้อนทุก ๆ 30 นาที)	56

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.19	ผลการคำนวณกับผลการทดลองหาการกระจายความชื้นในชั้นวัสดุกับเวลา (เฉพาะเวลาที่ลมร้อนเข้าทางด้านบน) สำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม (กรณีสลับทิศทางลมร้อนทุก ๆ 30 นาที)	57
4.20	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม ที่ได้จากการคำนวณและการทดลอง.....	58
5.1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตที่เพิ่มขึ้น(%) กับ θ_m^{-1} (กรณีไม่เสียเวลาในการผสมวัสดุแต่ละครั้ง).....	71
5.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (%) กับ θ_m^{-1} (กรณีเสียเวลาในการผสมวัสดุครั้งละ 10 นาที).....	77
ข.1	รูปกราฟความชื้นในหน่วยมวล (มาตราฐาน: ความดันรวม 760mmHg, อากาศแห้ง 1 Kg).....	116

สัญญลักษณ์

c	:	ความชื้นของวัสดุ (กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง)
c_c	:	ความชื้นวิกฤตของวัสดุ (กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง)
c_e	:	ความชื้นสมดุลย์ของวัสดุ (กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง)
D_p	:	เส้นผ่าศูนย์กลางของวัสดุ (ม.)
$f(\phi)$	:	$\frac{\text{อัตราการอบแห้งต่อน้ำหนักวัสดุแห้ง(R)}}{\text{อัตราการอบแห้งที่ความเร็วคงที่}(R_c)}$
G	:	อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศชื้น (กก./ชม.ตร.ม.ภาคตัดของชั้น)
G_o	:	อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศแห้ง (กก.อากาศแห้ง/ชม.ตร.ม.ภาคตัดของชั้น)
H	:	ความชื้นของอากาศ (กก.น้ำ/กก.อากาศแห้ง)
H_w	:	ความชื้นของอากาศที่อุณหภูมิกระเปาะเปียก (กก.น้ำ/กก.อากาศแห้ง)
ka	:	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลโดยปริมาตร (กก./ชม.ลบ.ม. ΔH)
R	:	อัตราการอบแห้ง (กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง.ชม.)
R_c	:	อัตราการอบแห้งที่ความเร็วคงที่ (กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง.ชม.)
RH	:	ความชื้นสัมพัทธ์ -
T	:	อุณหภูมิลมร้อน (°ซ)
V	:	ความเร็วลมร้อน (ม./วินาที)
v_H	:	ปริมาตรจำเพาะของอากาศ (ลบ.ม./กก.อากาศแห้ง)
W	:	ความชื้นเฉลี่ย (กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง)
ε	:	อัตราส่วนว่างของชั้นวัสดุ -
ρ_s	:	ความหนาแน่นของวัสดุแห้ง (กก./ลบ.ม.)
μ	:	ความหนืด (กก./ม.วินาที)
θ	:	เวลา (ชม.)
θ_f'	:	เวลาที่ต้องใช้เพื่อให้ความชื้นสุดท้าย (ชม.) ของวัสดุที่ปลายทางออกของลมร้อนเท่ากับค่าที่ต้องการ

$\overline{\theta}_f$	:	เวลาที่ต้องใช้เพื่อให้ความชื้นเฉลี่ยสุดท้ายของชั้นวัสดุเท่ากับค่าที่ต้องการ	(ชม.)
θ_f	:	เวลาที่ต้องใช้เพื่อทำให้ตำแหน่งที่มีความชื้นสูงสุดในชั้นวัสดุมีความชื้นเท่ากับค่าที่ต้องการ	(ชม.)
θ_m	:	ช่วงเวลาก่อนการผสมวัสดุแต่ละครั้ง	(ชม.)
θ_m'	:	ช่วงเวลาก่อนการสลับทิศทางลมร้อนแต่ละครั้ง	(ชม.)
θ_x	:	ช่วงเวลาที่ใช้ในการผสมวัสดุแต่ละครั้ง	(ชม.)
¶	:	$H_w - H$ (กก.น้ำ/กก.อากาศแห้ง)	

ตัวแปรไร้มิติ

$\tau = ka\ \theta/(1-\varepsilon)\rho_s(C_c - C_e)$

$\xi = kaZ/G_o$

$\pi = Hw - H$

$\phi = (c-c_e)/(c_c-c_e)$

$\omega = (W-C_e)/(C_c-C_e)$

$Rep = GD_p/\mu$