

การเพิ่มความแข็งแรงของกระดาษกล่องไม่เคลือบโดยใช้แป้งแปรรูป

นาย สมโพธิ หอมจำรูญ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2537

ISBN 974-584-910-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ENHANCEMENT THE STRENGTH OF UNCOATED BOARD

BY MODIFIED STARCH

Mr. Sompho Homjumroon

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Chemical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1994

ISBN 974-584-910-3

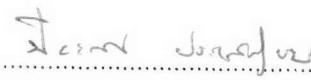
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเพิ่มความแข็งแรงของกระดาษกล่องไม่เคลือบโดยใช้แป้งแปรรูป
โดย นาย สมโพธิ หอมจำรูญ
ภาควิชา วิศวกรรมเคมี
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. สิริจุฑารัตน์ โควาริสารัช
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม นาย สีหพล ภิรมณ์




บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

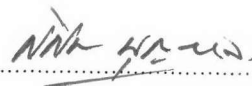

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ จงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. ปิยะสาร ประเสริฐธรรม)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. สิริจุฑารัตน์ โควาริสารัช)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(นายสีหพล ภิรมณ์)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิธร บุญหลง)



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

สมไพธิ หอมจำรูญ : การเพิ่มความแข็งแรงของกระดาษกล่องไม่เคลือบโดยใช้แป้ง
แปรรูป (ENHANCEMENT OF THE STRENGTH OF UNCOATED BOARD BY
MODIFIED STARCH), อ.ที่ปรึกษา :: อ.ดร.สิริจุฑารัตน์ ไควาวิสารัช, อ.ที่ปรึกษาร่วม
: นายสีหพล ถิรมนัส, 94 หน้า . ISBN 974-584-910-3

วิทยานิพนธ์นี้ ศึกษาผลของแป้งแปรรูปชนิดแป้งประจุบวกต่อสมบัติของแผ่นทดสอบเพื่อหา
ชนิดและปริมาณที่เหมาะสมที่สุดในการปรับปรุงความแข็งแรงของกระดาษกล่องไม่เคลือบโดยใช้แป้ง
ประจุบวกตัวอย่างกระดาษและน้ำเยื่อจากขบวนการผลิตถูกเก็บ เพื่อทดสอบสมบัติและวิเคราะห์ตัวแปร
เบื้องต้น เพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกใช้แป้งชนิดประจุบวก จากนั้นจึงทดลองแปรปริมาณแป้งประจุบวก
เป็นฟรินสและระดับการแทนที่ประจุ และหากการตกค้างของแป้งแล้วทำแผ่นทดสอบเพื่อทดสอบสมบัติทาง
กายภาพ การวิจัยนี้พบว่า จุดที่เหมาะสมที่สุดคือการใช้แป้งประจุบวกที่ระดับการแทนที่ประจุ 0.033
-0.039 เป็นปริมาณ 15 มิลลิกรัมต่อกรัมเยื่อ ในเยื่อที่มีค่าฟรินส 405 ซีเอสเอฟ ปริมาณดังกล่าว
สามารถเพิ่มดัชนีความต้านทานแรงดันทะลุของแผ่นทดสอบได้ 30.3% และมีต้นทุนเพิ่มขึ้น 745 บาท
ต่อตันกระดาษ

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี
สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี
ปีการศึกษา 2537

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

: MAJOR CHEMICAL ENGINEERING
 KEY WORD: UNCOATED BOARD/ MODIFIED STARCH/ CATIONIC STARCH/ BURSTING STRENGTH
 SOMPHO HOMJUMROON : ENHANCEMENT OF THE STRENGTH OF UNCOATED
 BOARD BY MODIFIED STARCH, THESIS ADVISOR : DR.SIRIJUTARATANA
 COVAVISARUCH, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : MR.SIHAPO THIRAMANUS,
 B.A., 94 pp. ISBN 974-584-910-3

In this thesis, the effects of cationic starch on physical properties of handsheets were investigated so that the optimum amount of modified starch to be used for enhancement of the strength of uncoated board can be achieved. Samples of uncoated board and stock were analyzed to determine the physical properties and the background parameters to find the proper type of cationic starch. Then, the cationic starch dosage, the freeness and the degree of substitution were varied. Handsheets were made to analyze the physical properties. It was found that at 0.033-0.039 degree of substitution, 15 milligram/gram stock cationic starch addition and at 405 csf freeness, the burst index of the handsheets increased by 30.3% and the production cost increased by 74.5 Baht/ton.

ภาควิชา.....วิศวกรรมเคมี
 สาขาวิชา.....วิศวกรรมเคมี
 ปีการศึกษา..... 2537

ลายมือชื่อนิสิต.....
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของอาจารย์ ดร. สิริจุฑารัตน์ โค้ววิสารัช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ของการวิจัยด้วยดีมาตลอด และเนื่องจากบริษัท เทพพัฒนากระดาษ จำกัด ได้ให้โอกาสในการศึกษา จึงขอขอบพระคุณบริษัท เทพพัฒนากระดาษ จำกัด ไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคุณเสีหพล ภิรมณ์ส กรรมการผู้จัดการบริษัท เทพพัฒนากระดาษ จำกัด และ ดร. วีรวัฒน์ เลิศวนวัฒนา กรรมการผู้จัดการบริษัท สยาม มอติฟายด์ สตาร์ช จำกัด ซึ่งให้การสนับสนุนเสมอมา และคุณณรงค์ วุฑฒเสถียร คุณอร่าม อุดล คุณลักขี แสนสุภา คุณรุ่งอรุณ วัฒนวงศ์ คุณสมบัติ อาคมานุวัตร และ คุณดาวเรือง อินทร์ทอง ที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำและให้กำลังใจจนสำเร็จการศึกษา



สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฅ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
บทนำทั่วไป.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎี.....	5
5052141a เส้นใย.....	5
ประสิทธิภาพของพันธะ.....	9
สารเพิ่มความแข็งแรงเมื่อแห้ง.....	10
ตัวแปรในระบบเวท-เอนด์.....	17
การบิดเยื่อ.....	19
การผลิตกระดาษกล่องไม่เคลือบ.....	21
การผลิตแป้งแปรรูปประจุบวก.....	24
บทที่ 3. วารสารปริทัศน์.....	25
บทที่ 4. ขั้นตอนการทดลอง.....	28
บทที่ 5. ผลการทดลอง.....	33

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ 6. การวิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลอง.....	40
ผลการทดสอบกระดาษกล่องไม่เคลือบก่อนเติมแป้ง.....	40
ผลการวิเคราะห์ค่าตัวแปรในระบบเว็บ-เอนด์.....	55
การตกค้างของแป้งประจุบวกและสมบัติของแผ่นทดสอบ.....	59
การตกค้างของแป้งประจุบวกและสมบัติของแผ่นทดสอบที่ค่าพีเอชต่างๆ.....	68
การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการเติมแป้งประจุบวก.....	78
บทที่ 7. บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	81
บทสรุป.....	81
ข้อเสนอแนะ.....	83
รายการอ้างอิง.....	85
ศัพท์บัญญัติ.....	89
ประวัติผู้เขียน.....	94

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระดาษกล่องแข็งเพื่อการพิมพ์.....2 มอก. 238-2521(UDC 676.22)	2
ตารางที่ 1.2	ความต้านทานแรงดันทะลุและดัชนีความต้านทานแรงดันทะลุของ กระดาษกล่องไม่เคลือบ.....2	2
ตารางที่ 1.3	ผลการทดลองเติมแป้งแปรรูปในกระดาษกล่องไม่เคลือบ.....4	4
ตารางที่ 2.1	เปรียบเทียบองค์ประกอบของไม้เนื้อแข็งและไม้เนื้ออ่อน.....8	8
ตารางที่ 2.2	วิธีการแปรรูปแป้ง.....13	13
ตารางที่ 2.3	การตกค้างรอบแรกของแป้งชนิดต่างๆ.....14	14
ตารางที่ 5.1	สรุปผลการทดสอบกระดาษกล่องไม่เคลือบ.....34	34
ตารางที่ 5.2	ผลการวิเคราะห์ค่าตัวแปรในระบบเวท-เอนด์.....35	35
ตารางที่ 5.3	การตกค้างของแป้งประจุบวก.....36	36
ตารางที่ 5.4	สมบัติทางกายภาพของแผ่นทดสอบ.....37	37
ตารางที่ 5.5	การตกค้างของแป้งประจุบวกที่ค่าพรีเนสต่างๆ.....38	38
ตารางที่ 5.6	สมบัติทางกายภาพของแผ่นทดสอบที่ค่าพรีเนสต่างๆ.....39	39
ตารางที่ 6.1	เปรียบเทียบน้ำหนักมาตรฐานและน้ำหนักจริงของกระดาษ.....40	40
ตารางที่ 6.2	เปรียบเทียบค่าความต้านทานแรงดันทะลุของกระดาษกล่องไม่เคลือบ.....41 ซึ่งมาจากที่มาต่างกัน	41
ตารางที่ 6.3	เปรียบเทียบค่าตัวแปรในระบบเวท-เอนด์เมื่อใช้วัสดุดิบเป็นเศษกระดาษ.....58 65% และ 100%	58
ตารางที่ 6.4	แสดงค่าความสามารถในการทรงรูป/ความหนา ³67	67
ตารางที่ 6.5	ดัชนีความต้านทานแรงดันทะลุของแผ่นทดสอบที่ระดับการบดเยื่อต่างๆ.....72	72
ตารางที่ 6.6	ดัชนีความต้านทานแรงดันทะลุสูงสุดเมื่อเติมประจุบวก.....72	72

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ 6.7	ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการบดเยื่อ.....	78
ตารางที่ 6.8	ค่าใช้จ่ายที่ความต้านทานแรงดันทะลุเท่าเดิม.....	79

สารบัญภาพ

รูปที่ 2.1	โมเลกุลเซลลูโลส.....	6
รูปที่ 2.2	ตัวอย่างหน่วยย่อย Phenylpropanoid ที่พบในลิกนิน.....	7
รูปที่ 2.3	น้ำตาลที่พบในเฮมิเซลลูโลส.....	7
รูปที่ 2.4	ความแข็งแรงของเส้นใย.....	9
รูปที่ 2.5	โมเลกุลของอะไมโลส.....	12
รูปที่ 2.6	คัลกีซีต้า.....	18
รูปที่ 2.7	การผลิตกระดาษ.....	23
รูปที่ 6.1	ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานแรงดันทะลุและน้ำหนักกระดาษ.....	46
รูปที่ 6.2	ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความต้านทานแรงดันทะลุและน้ำหนักกระดาษ.....	47
รูปที่ 6.3	กราฟเปรียบเทียบความต้านทานแรงดันทะลุและมาตรฐาน มอก.....	48
รูปที่ 6.4	ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการทรงรูปและน้ำหนักกระดาษ.....	49
รูปที่ 6.5	ความสัมพันธ์ระหว่าง Log(ความสามารถในการทรงรูป)และความหนา.....	50
รูปที่ 6.6	ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานแรงดึงและน้ำหนักกระดาษ.....	51
รูปที่ 6.7	ความสัมพันธ์ระหว่างความยืดตัวและน้ำหนักกระดาษ.....	52
รูปที่ 6.8	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาและน้ำหนักกระดาษ.....	53
รูปที่ 6.9	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นและน้ำหนักกระดาษ.....	54
รูปที่ 6.10	ความสัมพันธ์ระหว่างการตกค้างและปริมาณแป้งประจุบวกที่เติม.....	60
รูปที่ 6.11	ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความต้านทานแรงดันทะลุ และปริมาณแป้งประจุบวกที่เติม.....	66
รูปที่ 6.12	การตกค้างของแป้งประจุบวกที่ระดับการแทนที่ประจุ..... ค่าพีเอ็นเอสและปริมาณการเติมต่างๆ	70

สารบัญภาพ(ต่อ)

- รูปที่ 6.13 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความต้านทานแรงดันทะลุและพรีเนสที่ปริมาณแป้ง.....75
10 และ 15 มิลลิกรัมต่อกรัมเยื่อของแป้งประจุบวกที่มีระดับการแทนที่ประจุ 0.018
- รูปที่ 6.14 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความต้านทานแรงดันทะลุและพรีเนสที่ปริมาณแป้ง.....76
10 และ 15 มิลลิกรัมต่อกรัมเยื่อของแป้งประจุบวกที่มีระดับการแทนที่ประจุ
0.033-0.035
- รูปที่ 6.15 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความต้านทานแรงดันทะลุและพรีเนสที่ปริมาณแป้ง.....77
10 และ 15 มิลลิกรัมต่อกรัมเยื่อของแป้งประจุบวกที่มีระดับการแทนที่ประจุ
0.040-0.044