องค์ประกอบของเถ้าแกลบและดินดำในลูกบอลฉนวนสำหรับการป้องกันออกซิเดชัน ในกระบวนการรีดเหล็กหล่อ

นาย สุรเชษฐ์ ปัณฑิตานนท์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเคมีเทคนิค ภาควิชาเคมีเทคนิค
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-0635-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

10 มี.ค. 2547

I20691191

COMPOSITION OF RICE HUSK ASH AND BALL CLAY IN INSULATING BALLS FOR OXIDATION PREVENTION IN ROLLING CAST IRON PROCESS

Mr.Surachet Pantitanonta

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Chemical Technology

Department of Chemical Technology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2001

ISBN 974-03-0635-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์	องค์ประกอบของเถ้าแกลบและดินดำในลูกบอลฉนวนสำหรับการป้องกันออกซิเดชันในกระบวนการรีดเหล็กหล่อ
โดย	นาย สุรเชษฐ์ ปัณฑิตานนท์
ภาควิชา	เคมีเทคนิค
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ธราพงษ์ วิทิตศานต์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย โพธิ์พิจิตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. ธราพงษ์ วิทิตศานต์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อำพน วัฒนรังสรรค์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. สุชญา นิติวัฒนานนท์)

นาย สุรเชษฐ์ ปัณฑิตานนท์ : องค์ประกอบของเถ้าแกลบและดินดำในลูกบอลฉนวนสำหรับการป้องกันออกซิเดชันในกระบวนการรีดเหล็กหล่อ. (COMPOSITION OF RICE HUSK ASH AND BALL CLAY IN INSULATING BALLS FOR OXIDATION PREVENTION IN ROLLING CAST IRON PROCESS) อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ธราพงษ์ วิทิตศานต์, 67 หน้า. ISBN 974-03-0635-7.

งานวิจัยนี้ศึกษาองค์ประกอบของเถ้าแกลบและดินดำในลูกบอลฉนวนในด้านต่างๆ โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปเท่ากับ 1 : 1 ของวัตถุดิบแห้งต่อตัวประสานแป้งเปียก และอัตราส่วนผสมของเถ้าแกลบที่เหมาะสมในวัตถุดิบแห้ง คือ 7 : 3 โดยใช้กระบวนการผลิตยาลูกกลอนใช้ผลิตภัณฑ์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตรในการขึ้นรูป ค่าความทนทานของวัสดุที่วัดได้จากลูกบอลฉนวนนี้อยู่ในช่วง 100 - 120 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ค่าความทนทานของวัสดุมีค่าขึ้นอยู่กับอัตราส่วนผสมของเถ้าแกลบและดินดำในลูกบอลฉนวน สภาพการนำความร้อนของลูกบอลพบว่ามีสมบัติเป็นฉนวนความร้อน ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีค่า 0.05 วัตต์/เมตร.เคลวิน

เมื่อทดลองใช้งานในสภาพอุณหภูมิ 700-800 องศาเซลเซียส พบว่าการแตกตัวของลูกบอลฉนวนเป็นไปได้ดี เนื่องมาจากสาเหตุที่สารระเหยเกิดการดันตัวออกมาจากภายในพร้อมกับตัวประสานเกิดการสลายตัวหมด จึงทำให้ลูกบอลฉนวนแตกออกซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในโรงงานรีดเหล็ก

ภาควิชา เคมีเทคนิค ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา เคมีเทคนิค ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2544

4272452123 : MAJOR Chemical technology

KEYWORDS : Rice husk ash/Ball clay/Insulator/Oxidation/Molding

Surachet Pantitanonta : THESIS TITLE : (COMPOSITION OF RICE HUSK ASH AND BALL CLAY IN INSULATING BALLS FOR OXIDATION PREVENTION IN ROLLING CAST IRON PROCESS) THESIS ADVISOR : [Assoc.Prof.Tharapong Vitidsant Ph.D.] 67 pp. ISBN 974-03-0635-3

The objective of this research is to study various composition of rice husk ash and ball clay in insulated ball. The appropriate ratio of insulating balls is 7 : 3 without moisture. For molding, the appropriate ratio of dry raw material to tapioca binders is 1 : 1 by using rolling process which produce 8 mm diameter of insulating balls. The strength of the insulating balls was found in range of 100-120 N/cm^2 depends in the ratio of rice husk ash to ball clay. The thermal conductive condition of insulating balls is thermal insulation and the thermal conductivity is 0.05 W/m.K

The insulating ball was test in temperature range 700-800 $^{\circ}C$. It found that it was broken in small particles because of the pressure of volatile matter and being burn of tapioca binders. Therefore, the prepared insulating balls could be well application oxidation prevention in rolling cast iron process.

Department Chemical Technology Student's signature S Pantitanonta

Field of study Chemical Technology Advisor's signature T. V.

Academic year 2001

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ธราพงษ์ วิทิตศานต์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อำพน วัฒนรังสรรค์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยเหลือให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รวมทั้งคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาเคมีเทคนิคที่ได้ให้คำแนะนำ

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนหนุนงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณ บริษัท ไทยพาวเวอร์ซัพพลาย จำกัด ขอขอบคุณภาควิชา วัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เอื้อเฟื้อวัสดุอุปกรณ์และกรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำ ภาควิชา วิศวกรรมโยธา คณะ วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อำนวยความสะดวกในการทดสอบผลิตภัณฑ์

ขอขอบคุณบุคลากรในภาควิชาเคมีเทคนิคทุกท่านที่ได้อำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการจนงานวิจัยสำเร็จได้ด้วยดี ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้องๆ ในภาควิชาเคมีเทคนิคที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำวิทยาพนธ์

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และผู้อยู่เบื้องหลังที่ได้ให้กำลังใจ ให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือและให้การสนับสนุนมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ.....ฉ
สารบัญ.....ช
สารบัญตาราง.....ฌ
สารบัญภาพ.....ฎ
สัญลักษณ์และคำย่อ.....ฏ
บทที่
1. บทนำ.....1
2. วารสารปริทัศน์.....3
สมบัติขององค์ประกอบในลูกบอลฉนวนพอสังเขป.....3
การใช้งานลูกบอลฉนวนในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กหล่อ.....14
การยึดเหนี่ยวกันของอนุภาคภายในลูกบอลฉนวน.....16
ชนิดพื้นฐานของฉนวนความร้อน.....18
ปัจจัยในการแตกกระจายของลูกบอลฉนวน.....20
กรรมวิธีการผลิตฉนวนทรงกลม.....22
3. เครื่องมือและวิธีการทดลอง.....25
อุปกรณ์เครื่องมือ.....25
ตัวอย่างเถ้าแกลบและสารเคมีที่ใช้.....25
การดำเนินงานวิจัย.....26
ขั้นตอนการวิจัย.....27
4. ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล.....29
หาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูป.....29
ผลวิเคราะห์สมบัติโดยประมาณของลูกบอลฉนวน.....31
ลักษณะการแตกกระจายของลูกบอลฉนวน.....32
ค่าความทนทานของลูกบอลฉนวน.....34
สภาพนำความร้อนของลูกบอลฉนวน.....37
ส่วนเพิ่มเติมงานวิจัย..... 38

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

5. สรุปผลการทดลอง.....44

อัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูป.....44

วิเคราะห์องค์ประกอบที่ใช้ 44

ลักษณะการแตกกระจายของลูกบอลฉนวน.....45

ค่าความทนทานของลูกบอลฉนวน.....46

สภาพนำความร้อนของลูกบอลฉนวน.....46

ส่วนเพิ่มเติมงานวิจัย 47

รายการอ้างอิง.....50

ภาคผนวก 51

ภาคผนวก ก. กรรมวิธีการหาค่าการนำความร้อนในผลิตภัณฑ์ลูกบอลฉนวน 52

ภาคผนวก ข. การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ.....56

ภาคผนวก ค. กรรมวิธีวิเคราะห์สมบัติโดยประมาณ.....57

ภาคผนวก ง. การวิเคราะห์ความหนาแน่นเชิงปริมาตร.....59

ภาคผนวก จ. การคำนวณร้อยละการแตกกระจายโดยน้ำหนักของวัสดุ.....61

ภาคผนวก ฉ. การทดสอบค่ากำลังวัสดุ.....62

ภาคผนวก ช. การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตพอลิเมอร์.....63

ภาคผนวก ซ. ลักษณะขององค์ประกอบและผลิตภัณฑ์.....65

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....67

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

2.1 เปรียบเทียบปริมาณเถ้าที่ได้จากการเผาพืชชนิดต่างๆ กัน.....3

2.2 ผลวิเคราะห์ของเถ้าแกลบ.....4

2.3 ผลวิเคราะห์ดินดำล้างของบ.เคลพาวด์เคลย์.....5

2.4 ผลวิเคราะห์ดินดำจากปราจีนบุรี.....6

2.5 องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าลอยถ่านหินแหล่งต่างๆ 8

2.6 จุดหลอมเหลวของสารประกอบออกไซด์บางชนิด.....8

2.7 ลักษณะการเกิดเจลของแป้งแต่ละชนิด.....10

2.8 สมบัติของแป้งเปียกจากแป้งแต่ละชนิด.....13

2.9 สภาพการนำความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ และความหนาแน่น
ของฉนวนความร้อนแต่ละชนิด.....19

2.10 สัมประสิทธิ์การขยายตัวขององค์ประกอบต่างๆที่อุณหภูมิ 0-1000 องศาเซลเซียส.....20

4.1 ลักษณะของของผสมเถ้าแกลบกับดินดำผสมน้ำ.....29

4.2 ลักษณะของของผสมเถ้าแกลบกับดินดำผสมน้ำแป้งร้อยละ 5,10.....30

4.3 ผลการวิเคราะห์สมบัติโดยประมาณของวัตถุดิบชนิดต่างๆและผลิตภัณฑ์เถ้าแกลบ
กับดินดำภาวะปราศจากความชื้น ร้อยละเถ้าแกลบ 70 ในวัตถุดิบแห้ง.....31

4.4 ลักษณะการแตกกระจายของลูกบอลฉนวนที่อุณหภูมิสูง.....32

4.5 การลุกไหม้ของลูกบอลฉนวนที่อุณหภูมิสูง.....33

4.6 ค่าความทนทานของลูกบอลฉนวนเถ้าแกลบกับดินดำ.....35

4.7 ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณหาค่าการนำความร้อน.....37

4.8 ผลการวิเคราะห์สมบัติโดยประมาณของผลิตภัณฑ์ลูกบอลฉนวนเถ้าแกลบ
กับเถ้าลอยภาวะปราศจากความชื้น ร้อยละเถ้าแกลบ 70 ในวัตถุดิบแห้ง.....38

4.9 ลักษณะการแตกกระจายของของผสมเถ้าแกลบกับเถ้าลอย.....39

4.10 ค่าความทนทานของลูกบอลฉนวนเถ้าแกลบกับเถ้าลอย.....41

4.11 สมบัติต่างๆที่ได้จากการทดลองลูกบอลฉนวนเถ้าแกลบกับดินดำ
กับลูกบอลฉนวนเถ้าแกลบกับเถ้าลอย.....43

5.1 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์โดยประมาณของลูกบอลฉนวนสองชนิด.....47

5.2 การเปรียบเทียบค่าความทนทานของลูกบอลฉนวนสองชนิด.....48

5.3 การเปรียบเทียบสมบัติของลูกบอลฉนวนสองชนิด.....49

สารบัญตาราง (ต่อ)

บทที่ หน้า

ภาคผนวก ก. แสดงผลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับเวลาของน้ำ
ในการหาค่าปริมาณความร้อนของแผ่นร้อน.....54
ภาคผนวก ง. แสดงความหนาแน่นเชิงปริมาตรขององค์ประกอบลูกบอลฉนวน.....60

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

2.1 การเปลี่ยนแปลงของเม็ดแป้งในระหว่างหุงต้ม.....9

2.2 ระยะการเกิดเจลาติไนเซชันของแป้ง.....11

2.3 การเกิดเจลาติไนเซชันของแป้งแต่ละชนิด.....11

2.4 ช่วงอุณหภูมิการอบอ่อน.....14

2.5 ลักษณะโครงสร้างของเหล็กกล้าที่ผ่าน Annealing กับ Normalizing ที่อุณหภูมิต่างกัน.....15

2.6 ลักษณะของไมเซลล์.....16

2.7 ขั้นตอนของการแตกกระจายของลูกบอลฉนวน.....21

3.1 แสดงเครื่องปั้นยาลูกกลอน.....28

4.1 ลักษณะการแตกกระจายของลูกบอลฉนวนที่อุณหภูมิสูง 33

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทนทานวัสดุกับสัดส่วนองค์ประกอบ
ในลูกบอลฉนวนเถ้าแกลบกับดินดำ.....36

4.3 ลักษณะการแตกกระจายของลูกบอลฉนวนเถ้าแกลบกับเถ้าลอย.....39

4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทนทานวัสดุกับสัดส่วนองค์ประกอบ
ในลูกบอลฉนวนเถ้าแกลบกับเถ้าลอย.....42

5.1 การเปรียบเทียบลักษณะการแตกกระจายของลูกบอลฉนวนสองชนิด.....48

ภาคผนวก ก. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำกับเวลา.....55

ภาคผนวก ข. ลักษณะขององค์ประกอบและผลิตภัณฑ์.....65

สัญลักษณ์และคำย่อ

M = ร้อยละความชื้น

A = ร้อยละเถ้า

FC = ร้อยละคาร์บอนคงตัว

VM = ร้อยละสารระเหย