การดูดซับเชื้อเพลิงแก๊สบนยางธรรมชาติผสมผงถ่าน

นาย วรพันธ์ กิจธนากำจร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเคมีเทคนิค ภาควิชาเคมีเทคนิค
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549

ISBN 974-14-2589-9

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ADSORPTION OF GASEOUS FUELS ON NATURAL RUBBER/CARBON POWDER COMPOSITES

Mr. Woraphan Kittanakamjon

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Chemical Technology

Department of Chemical Technology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2006

ISBN 974-14-2589-9

Copyright of Chulalongkorn University

492163

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การดูดซับเชื้อเพลิงแก๊สบนยางธรรมชาติผสมผงถ่าน
โดย	นาย วรพันธ์ กิจธนากำจร
สาขาวิชา	เคมีเทคนิค
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. เพียรพรรค ทัศคร

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. ภัทรพรรณ ประศาสน์สารกิจ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร. เพียรพรรค ทัศคร)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ธราพงษ์ วิทิตศานต์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ งามประเสริฐสิทธิ์)

วรพันธ์ กิจธนากำจร : การดูดซับเชื้อเพลิงแก๊สบนยางธรรมชาติผสมผงถ่าน (ADSORPTION OF GASEOUS FUEL ON NATURAL RUBBER/CARBON POWDER COMPOSITES)
อ. ที่ปรึกษา: อ.ดร. เพียรพรรค ทัศคร, 109 หน้า. ISBN 974–14-2589-9.

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษากระบวนการผลิตอนุภาคยางพรุนจากน้ำยางข้นและศึกษาการดูดซับเชื้อเพลิงแก๊สของอนุภาคยางพรุน เทคนิคในการทำให้เกิดความพรุนของอนุภาคยางคือ การเตรียมสารละลายยางโดยนำแผ่นยางที่ทำขึ้นจากน้ำยางข้นไปละลายในไซรีน แล้วตีกวนในสารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์โดยให้ความร้อนแก่สารแขวนลอย ทำให้ไซรีนในหยดของสารละลายยางระเหยไป ทำให้เกิดความพรุน พอลิไวนิลแอลกอฮอล์เป็นสารเพิ่มความคงตัวทำให้อนุภาคยางที่ผลิตได้ไม่เกิดการจับก้อน ใช้ NP9 (nonyl phenol ethoxylate – 9 mol) เป็นสารลดแรงตึงผิวทำให้อนุภาคมีขนาดเล็กลง ตัวแปรที่ทำการทดลองคือ ความเข้มข้นของสารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่ 0.1, 1, 2, 4, 6 และ 8 %โดยน้ำหนัก ความเข้มข้นของ NP9 ที่ 0.08, 0.09 และ 0.1 โมลต่อลิตร และมีการเติมสารช่วยดูดซับคือผงถ่านกัมมันต์เพื่อเพิ่มความสามารถในการดูดซับเชื้อเพลิงแก๊ส ที่ปริมาณผงถ่านกัมมันต์ 0, 50 และ 100 phr

จากการทดลองพบว่าความเข้มข้นของสารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่เหมาะสมในการผลิตอนุภาคยางคือ 6 %โดยน้ำหนัก เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวจะทำให้ค่าแรงตึงผิวระหว่างเฟสมีค่าลดลง จึงส่งผลให้ขนาดของอนุภาคยางมีขนาดเล็กลงด้วย ขนาดของอนุภาคยางที่ผลิตได้เล็กที่สุดคือ 383 ไมโครเมตรที่ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว 0.1 โมลต่อลิตร อนุภาคยางพรุนที่ผลิตได้มีความหนาแน่น 0.762 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร การเพิ่มความดันเริ่มต้นในการดูดซับมากขึ้น 5 เท่า จาก 2 เป็น 10 บาร์ จะทำให้ความสามารถในการดูดซับเชื้อเพลิงแก๊สของอนุภาคยางมากขึ้นประมาณ 3 เท่า และการเพิ่มปริมาณสารช่วยการดูดซับจะสามารถดูดซับแก๊สได้มากขึ้น ผลการทดลองอนุภาคยางผสมผงถ่านกัมมันต์ 100 phr ที่ความดันเริ่มต้น 10 บาร์ สามารถดูดซับเชื้อเพลิงแก๊สได้มากที่สุดคือ ดูดซับแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สมีเทนได้ 0.0041 และ 0.0045 โมลแก๊สต่อกรัมของอนุภาคตามลำดับ ใช้เวลาดูดซับประมาณ 2 ชั่วโมง การดูดซับเชื้อเพลิงแก๊สไม่ทำให้โครงสร้างของอนุภาคยางเปลี่ยนแปลงทำให้ปริมาณการดูดซับของอนุภาคยางมีค่าค่อนข้างคงที่เมื่อนำมาใช้ดูดซับอีก อนุภาคยางที่ผลิตได้มีค่าความร้อน 9866 แคลอรีต่อกรัม

ภาควิชา.....เคมีเทคนิค.....
สาขาวิชา.....เคมีเทคนิค.....
ปีการศึกษา.....2549.....

ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

4772451023 : MAJOR CHEMICAL TECHNOLOGY

KEY WORD: RUBBER PARTICLES / GAS ADSORPTION / ACTIVATED CARBON POWDER

WORAPHAN KITTANAKAMJON : ADSORPTION OF GASEOUS FUEL ON NATURAL RUBBER/ CARBON POWDER COMPOSITES. THESIS ADVISOR : PIENPAK TASKORN, Ph.D., 109 pp. ISBN 974-14-2589-9.

Production of porous rubber particles from latex concentrate and adsorption of gas fuels on porous rubber particles have been studied. The porous rubber particles were produced by dissolving NR prepared from latex concentrate in xylene. The rubber solution was dispersed in polyvinyl alcohol (PVA) solution. Upon heating xylene was evaporated from rubber particles in production process, porosity was produced. Polyvinyl alcohol was used as a stabilizer by covering rubber particles to prevent coagulation, and NP9 (nonyl phenol ethoxylate – 9 mol) was added as a surfactant resulting in smaller particle size. The concentration of PVA in solution was varied from 0.1, 1, 2, 4, 6 and 8 %wt. The concentration of surfactant was varied from 0.08, 0.09 and 0.1 mol/l. Activated carbon powder was also added to enhance adsorption. The amount of activated carbon was varied from 0, 50 and 100 phr

The results showed that the concentration of PVA of 6 %w enabled the formation of rubber particles. Interfacial tension and particle size decreased with increasing concentration of NP9. The smallest particle size obtained was 383 micrometer at NP9 concentration of 0.1 mol/l. Bulk density of rubber particles were 0.762 kg/m^3. Gas adsorption increased 3 times with increasing pressure from 2 to 10 bars. Adsorbed gas increased with increasing of activated carbon. The maximum adsorption was 0.0041 and 0.0045 mole gas/g particles of hydrogen and methane respectively at 10 bars, 100 phr of activated carbon powder and 2 hour duration. Repeated adsorption does not damage the structure of rubber particles therefore the quantity of gas adsorption showed no change. Heating value of the rubber particles were 9866 cal/g

Department.....Chemical Technology..... Student's Signature.....

Field of Study.....Chemical Technology..... Advisor's Signature.....

Academic Year.....2006.....

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.เพียรพรรค ทัศคร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา แนะนำแนวทางการทำวิจัย และให้ความเห็นเพื่อปรับปรุงแก้ไขการทำวิจัยให้มีความสมบูรณ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดียิ่ง รวมทั้งศาสตราจารย์ ดร.ภัทรพรรณ ประศาสน์สารกิจ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ธราพงษ์ วิทิตศานต์ และรองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ งามประเสริฐสิทธิ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะต่างๆ

ขอกราบขอบพระคุณ โครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านเชื้อเพลิงภายใต้โครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศูนย์ปิโตรเลียมและเทคโนโลยีปิโตรเคมี รวมถึงทุนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนทุนในการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณบุคลากรภาควิชาเคมีเทคนิคทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการและให้คำแนะนำต่าง ๆ ในการทำวิจัย ขอขอบคุณ แอม พี่ต๊าฟ พี่หมี พี่จิ้ง มารุต ยัก อ้น พี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ นิสิตในภาควิชาเคมีเทคนิคที่ช่วยเหลือตั้งแต่เริ่มดำเนินการวิจัยจนกระทั่งทำวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วง

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้อง และผู้อยู่เบื้องหลังที่ได้ให้กำลังใจให้คำปรึกษา รวมถึงความช่วยเหลือ และให้การสนับสนุนเสมอมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญภาพ..... ฎ
คำอธิบายสัญลักษณ์ และคำย่อ..... ฐ

บทที่

1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ... 2
1.4 ขอบเขตและวิธีดำเนินงานวิจัย.. 2

2 วารสารปริทัศน์.....3
2.1 วัสดุเชิงประกอบ 3
2.2 สารลดแรงตึงผิว.. 3
2.3 น้ำยางธรรมชาติ.. 9
2.4 น้ำยางข้น.....27
2.5 การวัลคาไนซ์ยางธรรมชาติ.. 31
2.6 ดิสเพอร์สวัลคาไนซ์.....32
2.7 สารตัวเติม.....33
2.8 ถ่านกัมมันต์... 35
2.9 การดูดซับ... 38
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง. 42
2.11 สมมุติฐานงานวิจัย 44

หน้า

3 เครื่องมือและวิธีการทดลอง....45
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง....45
3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง....48
3.3 การดำเนินงานวิจัย....49
3.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย....51

4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง....55
4.1 ศึกษาหาความเข้มข้นสารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่เหมาะสม ในการเตรียมอนุภาคยาง....55
4.2 ศึกษาผลของความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวต่อค่าแรงตึงผิวระหว่างเฟส....56
4.3 ศึกษาผลของความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวต่อขนาดอนุภาคยาง....57
4.4 ศึกษาสมบัติทางกายภาพของอนุภาคยาง....59
4.5 ศึกษาผลของความดันต่อปริมาณการดูดซับเชื้อเพลิงแก๊สของอนุภาคยาง....61
4.6 ศึกษาผลของปริมาณสารช่วยดูดซับต่อปริมาณการดูดซับเชื้อเพลิงแก๊ส....62
4.7 ศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับเชื้อเพลิงแก๊สของอนุภาคยางที่ผ่านการดูดซับแล้ว..66
4.8 ศึกษาการคายแก๊สไฮโดรเจนของอนุภาคยาง....66
4.9 ศึกษาค่าความร้อนของอนุภาคยาง....67

5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ....69
5.1 สรุปผลการทดลอง....69
5.2 ข้อเสนอแนะ....71

รายการอ้างอิง....72
ภาคผนวก....74
ภาคผนวก ก....75
ภาคผนวก ข....76
ภาคผนวก ค....87
ภาคผนวก ง....91
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์....109

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

2.1 ส่วนประกอบของน้ำยางธรรมชาติ 11
2.2 ส่วนประกอบของอิมัลชัน 23
2.3 ส่วนประกอบของดิสเพอร์ชัน 24
3.1 วัตถุดิบ และสารเคมี 48
3.2 ค่าความเข้มข้นของสารที่ใช้เตรียมอนุภาค 49
3.3 สูตรผสมสารละลายยาง 50
3.4 สูตรผสมสารละลายยางกับสารช่วยดูดซับ 50
3.5 สูตรการเตรียมสารวัลคาไนซ์ให้อยู่ในรูปสารดิสเพอร์ชั่น 51
4.1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคยางที่ความเข้มข้นของ NP9 ค่าต่างๆ 57
4.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคยาง อนุภาคยางผสมผงถ่านกัมมันต์ และ ผงถ่านกัมมันต์ 59
4.3 ผลการทดลองการดูดซับเชื้อเพลิงแก๊สของอนุภาคยางที่ผ่านการดูดซับแล้ว 66
ก.1 สมบัติของน้ำยางธรรมชาติเข้มข้นชนิดแอมโมเนียต่ำ 75
ข.1 การคำนวณค่าความหนาแน่นของอนุภาคยางผสมผงถ่านกัมมันต์ 0, 50 และ 100 phr 77
ข.2 การคำนวณการดูดซับแก๊สไฮโดรเจนของอนุภาคยางที่ความดันเริ่มต้น 2 บาร์ 79
ข.3 การคำนวณปริมาณแก๊สไฮโดรเจนที่ปริมาณยางค่าต่างๆ ที่ความดันเริ่มต้น 2 บาร์ 85
ข.4 การคำนวณปริมาณแก๊สไฮโดรเจนที่ปริมาณยางค่าต่างๆ ที่ความดันเริ่มต้น 10 บาร์ 85
ข.5 การคำนวณปริมาณแก๊สมีเทนที่ปริมาณยางค่าต่างๆ ที่ความดันเริ่มต้น 2 บาร์ 85
ข.6 การคำนวณปริมาณแก๊สมีเทนที่ปริมาณยางค่าต่างๆ ที่ความดันเริ่มต้น 10 บาร์ 86
ง.1 ค่าแรงตึงผิวระหว่างเฟสของสารละลายยางกับสารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 6 %โดยน้ำหนัก ที่ค่าความเข้มข้นต่างๆ ของ NP9 91
ง.2 ขนาดอนุภาคยางกับความเข้มข้นของ NP9 และ แรงตึงผิวระหว่างเฟส 91
ง.3 ค่าความดันที่เวลาต่างๆในการดูดซับแก๊สไฮโดรเจนของอนุภาคยางผสมผงถ่านกัมมันต์ 0, 50, 100 phr และ ผงถ่านกัมมันต์ ที่ความดันเริ่มต้น 2 และ 10 บาร์ 92
ง.4 ค่าความดันที่เวลาต่างๆ ในการดูดซับแก๊สมีเทนของอนุภาคยางผสมผงถ่านกัมมันต์ 0, 50, 100 phr และ ผงถ่านกัมมันต์ ที่ความดันเริ่มต้น 2 และ 10 บาร์ 97
ง.5 ปริมาณอนุภาคยางที่ใช้ในการดูดซับแก๊สไฮโดรเจนที่ความดันเริ่มต้น 2 และ10 บาร์ ..102

ตาราง หน้า

ง.6 ปริมาณอนุภาคยางที่ใช้ในการดูดซับแก๊สมีเทน ที่ความดันเริ่มต้น 2 และ10 บาร์ 102
ง.7 ค่าความดันที่เวลาต่างๆ ในการดูดซับแก๊สไฮโดรเจนของอนุภาคยางกับจำนวนครั้ง
การดูดซับที่ความดันเริ่มต้น 10 บาร์.....103

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

2.1 โครงสร้างโดยทั่วไปของสารลดแรงตึงผิว....4

2.2 การเกิดไมเซลล์ของโมเลกุลสารลดแรงตึงผิว....4

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวในสารละลายกับค่าแรงตึงผิว ค่าความขุ่น และค่าการเหนี่ยวนำไฟฟ้าของสารละลาย....5

2.4 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของยางธรรมชาติ....9

2.5 ลักษณะอนุภาคยางธรรมชาติ....11

2.6 สถานะการเป็นสารแขวนลอยของน้ำยางสด....13

2.7 น้ำยางเสียสภาพจับเป็นก้อนยาง....14

2.8 ภาพหน้าตัดตามยาวของเครื่องปั่นน้ำยางข้น....30

2.9 การเชื่อมขวางโมเลกุลของยางด้วยกำมะถัน....32

2.10 กระบวนการผลิตน้ำยางดิสเพอร์สวัลคาไนซ์....33

2.11 ลักษณะเส้นสมดุลการดูดซับ 5 แบบ....41

3.1 แม่แบบ (Mould)....45

3.2 เครื่องปฏิกรณ์....46

3.3 เครื่องวัดความดันแบบดิจิตอล....46

3.4 ชุดอุปกรณ์การทดสอบดูดซับเชื้อเพลิงแก๊ส....46

3.5 แผนผังชุดอุปกรณ์การทดสอบดูดซับเชื้อเพลิงแก๊ส....47

3.6 แผนผังวิธีการผลิตอนุภาคยางและอนุภาคยางผสมผงถ่านกัมมันต์....53

4.1 อนุภาคยางพรุน....55

4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ NP9 กับค่าแรงตึงผิวระหว่างเฟส....56

4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดอนุภาคกับค่าแรงตึงผิวระหว่างเฟส....58

4.4 อนุภาคยางผสมผงถ่านกัมมันต์....58

4.5 ค่าความหนาแน่นของอนุภาคยาง อนุภาคยางผสมผงถ่านกัมมันต์ และแผ่นยางธรรมชาติ....59

4.6 ลักษณะพื้นผิวของยางธรรมชาติ....60

4.7 ลักษณะพื้นผิวของอนุภาคยาง....60

4.8 ลักษณะพื้นผิวของอนุภาคยางผสมผงถ่านกัมมันต์ 50 phr....60

4.9 ลักษณะพื้นผิวของอนุภาคยางผสมผงถ่านกัมมันต์ 100 phr....60

ภาพประกอบ หน้า

4.10 กราฟปริมาณการดูดซับแก๊สไฮโดรเจนกับเวลาของอนุภาคยางที่ความดันเริ่มต้น 2 และ 10 บาร์ 61
4.11 กราฟปริมาณการดูดซับแก๊สมีเทนกับเวลาของอนุภาคยางที่ความดันเริ่มต้น 2 และ 10 บาร์ 62
4.12 กราฟปริมาณการดูดซับแก๊สไฮโดรเจนกับเวลา ที่ปริมาณผงถ่านกัมมันต์ 0-100 phr ที่ความดันเริ่มต้น 2 บาร์ 63
4.13 กราฟปริมาณการดูดซับแก๊สไฮโดรเจนกับเวลา ที่ปริมาณผงถ่านกัมมันต์ 0-100 phr ที่ความดันเริ่มต้น 10 บาร์ 63
4.14 กราฟปริมาณการดูดซับแก๊สมีเทนกับเวลา ที่ปริมาณผงถ่านกัมมันต์ 0-100 phr ที่ความดันเริ่มต้น 2 บาร์ 64
4.15 กราฟปริมาณการดูดซับแก๊สมีเทนกับเวลา ที่ปริมาณผงถ่านกัมมันต์ 0-100 phr ที่ความดันเริ่มต้น 10 บาร์ 65
4.16 การคายแก๊สไฮโดรเจนของอนุภาคยาง 67
4.17 ค่าความร้อนของอนุภาคยาง อนุภาคยางผสมผงถ่านกัมมันต์และผงถ่านกัมมันต์ 67
ง.1 กราฟขนาดอนุภาคยางที่ความเข้มข้นของ NP9 0.1 โมลต่อลิตร 108
ง.2 กราฟขนาดอนุภาคยางผสมผงถ่านกัมมันต์ 100 phr ที่ความเข้มข้นของ NP9 0.1 โมลต่อลิตร 108

คำอธิบายสัญลักษณ์ และคำย่อ

สัญลักษณ์

P	=	ความดัน
P_0	=	ความดันเริ่มต้น
P_n	=	ความดันที่เวลาต่างๆ
V	=	ปริมาตรของแก๊ส
n	=	จำนวนโมลของแก๊ส
n_0	=	จำนวนโมลแก๊สเริ่มต้น
n_n	=	จำนวนโมลแก๊สเริ่มต้น
R	=	ค่าคงที่ของแก๊ส
T	=	อุณหภูมิ

คำย่อ

AC	=	ถ่านกำมันต์
100 phr	=	อนุภาคยางธรรมชาติผสมถ่านกัมมันต์ 100 phr
50 phr	=	อนุภาคยางธรรมชาติผสมถ่านกัมมันต์ 50 phr
0 phr	=	อนุภาคยางธรรมชาติ