

การเตรียมถ่านดูดซับจากกะลามะพร้าวด้วยการต้มกับสารละลายซิงค์คลอไรด์สำหรับการดูดซับเอทานอลในน้ำ



นางสาว คณิตา วัฒนะกิจ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

คณะวิศวกรรมเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-1023-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 20747044 12 พ.ย. 2546

PREPARATION OF CARBON ADSORBENTS FROM COCONUT SHELL BY BOILING IN  $ZnCl_2$   
SOLUTION FOR ADSORPTION OF ETHANOL IN WATER

Miss Kanita Wattanakit

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering in Chemical Engineering

Department of Chemical Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2002

ISBN 974-17-1023-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์                              การเตรียมถ่านดูดซับจากกะลามะพร้าวด้วยการต้มกับสารละลายซิงค์  
คลอไรด์สำหรับการดูดซับเอทานอลในน้ำ  
โดย    นางสาว คณิดา วัฒนะกิจ  
สาขาวิชา    วิศวกรรมเคมี  
อาจารย์ที่ปรึกษา                                ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เดชา ฉัตรศิริเวช

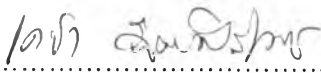
---

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

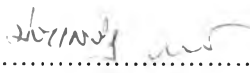
..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิจิตรา จงวิศาล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เดชา ฉัตรศิริเวช)

..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิชัย อัสสะบำรุงรัตน์)

..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ ภาสันต์)

คณิตา วัฒนะกิจ : การเตรียมถ่านดูดซับจากกะลามะพร้าวด้วยการต้มกับสารละลายซิงคลอไรด์  
 สำหรับการดูดซับเอทานอลในน้ำ (PREPARATION OF CARBON ADSORBENTS FROM  
 COCONUT SHELL BY BOILING IN  $ZnCl_2$  SOLUTION FOR ADSORPTION OF ETHANOL  
 IN WATER) อ. ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เดชา ฉัตรศิริเวช, 57 หน้า.  
 ISBN 974-17-1023-2

ถ่านดูดซับที่เตรียมจากการต้มกะลามะพร้าวกับสารละลายซิงค์คลอไรด์ร้อยละ 80 โดยน้ำหนักที่  
 อุณหภูมิจุดเดือดของสารละลาย ศึกษาผลของเวลาในการต้ม และ ขนาดของกะลามะพร้าว โดยการหา  
 ลักษณะสมบัติของถ่านดูดซับ การต้มที่เวลา 3 ชั่วโมงได้ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะเพิ่มขึ้นเป็น 253 ตารางเมตรต่อ  
 กรัม ขณะที่ค่าการดูดซับไอโอดีนเพิ่มถึง 510 มิลลิกรัมต่อกรัม ลักษณะสมบัติทั้งสองเพิ่มขึ้นเป็น 342  
 ตารางเมตรต่อกรัม และ 636 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับเมื่อลดขนาดของกะลามะพร้าวจาก 7x7  
 ตารางเซนติเมตร เป็น 2x2 ตารางเซนติเมตร

สำหรับการดูดซับเอทานอลในน้ำแบบจำลองสมดุผลการดูดซับทั้งหมดสอดคล้องกับแบบจำลองสม  
 ดุผลการดูดซับของแลงเมียร์และแบบจำลองสมดุผลการดูดซับของเฮนรี พบว่าปริมาณการดูดซับสูงสุดสอดคล้อง  
 กับค่าการดูดซับไอโอดีนของถ่านดูดซับที่เตรียมขึ้น ขณะที่ค่าคงที่สมดุผลการดูดซับของแลงเมียร์ของ  
 ถ่านดูดซับที่เตรียมขึ้นมีค่าใกล้เคียงกันและค่าคงที่สมดุผลการดูดซับของเฮนรีมีค่าใกล้เคียงกันเช่นกัน

ภาควิชา ...วิศวกรรมเคมี.....

สาขาวิชา .....วิศวกรรมเคมี.....

ปีการศึกษา ...2545...

ลายมือชื่อนิสิต ...คณิตา วัฒนะกิจ.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ...ดร. เดชา ฉัตรศิริเวช.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

## 4370241821 :MAJOR CHEMICAL ENGINEERING

KEY WORD : ETHANOL ADSORPTION / COCONUT SHELL/ ZINC CHLORIDE

KANITA WATTANAKIT :PREPARATION OF CARBON ADSORBENTS FROM COCONUT SHELL BY BOILING IN ZnCl<sub>2</sub> SOLUTION FOR ADSORPTION OF ETHANOL IN WATER THESIS ADVISOR :ASISTANT PROFESSOR DEACHA CHATSIRIWECH,Ph.D.,57pp. ISBN.974-17-1023-2

Carbon adsorbents were prepared from coconut shell by boiling in 80 %wt zinc chloride solution. Effect of period and the size of coconut shell on preparation were investigated. As an increase in period to 3 hours, surface area increased slightly to 253 m<sup>2</sup>/g, While iodine adsorption rose significantly to 510 mg/g. Both characteristics could be improved to 342 m<sup>2</sup>/g and 636 mg/g, respectively, by reducing the size of coconut shell from 7x7 cm<sup>2</sup> to 2x2 cm<sup>2</sup>.

For adsorption of ethanol in water, the isotherms agreed very well with Henry's and Langmuir's models. It was found that the maximum amount adsorbed corresponded to the iodine adsorption of prepared adsorbents. While the adsorption Henry constants of prepared adsorbents were close to one another and the adsorption Langmuir constants of prepared adsorbents were close to one another too.

Department .....Chemical Engineering.....  
Field of study .....Chemical Engineering.....  
Academic year                    2002

Student's signature .....  
Advisor's signature .....  
Co-advisor's signature.....

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เดชา ฉัตรศิริเวช ที่กรุณาให้ความเอาใจใส่และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์สำหรับงานวิจัยนี้ด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิจิตรา จงวิศาล และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิชัย อัสสะบำรุงรัตน์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ ภวสันต์ สำหรับความช่วยเหลือ ตั้งแต่การตรวจสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์ ตลอดจนข้อเสนอแนะต่างๆในงานวิจัย

ขอขอบคุณ คุณพิบูลย์ เกิดโภคทรัพย์ เจ้าหน้าที่ศูนย์เครื่องมือวิเคราะห์ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่านที่ช่วยให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณบริษัท คาร์โบกาญจน์ จำกัดที่เชื้อเพื่อนำผ่านชุดขั้วอุตสาหกรรมเพื่อใช้ในงานวิจัย

ท้ายที่สุด ขอขอบคุณครอบครัวและเพื่อนๆที่ช่วยสนับสนุนและเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา

# สารบัญ



หน้า

บทคัดย่อ( ภาษาไทย ).....	ง
บทคัดย่อ( ภาษาอังกฤษ ).....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฅ
สารบัญตาราง.....	ฎ
สัญลักษณ์และอักษรย่อ.....	ฏ
1. บทนำ .....	1
2. การผลิตด้านดุคซึบกับการดุคซึบของเพลงผสม.....	4
2.1 การผลิตด้านดุคซึบในอุตสาหกรรม.....	4
2.1.1 การผลิตด้านดุคซึบในอุตสาหกรรม.....	4
2.1.2 การผลิตด้านดุคซึบในงานวิจัยต่างๆ.....	5
2.2 การดุคซึบของเพลงวงค์ประกอบเดี่ยว.....	10
2.3 สมดุลการดุคซึบของเพลงผสม.....	12
3 ขั้นตอนการผลิตด้านดุคซึบและการดุคซึบของเพลงผสม.....	14
3.1 การผลิตด้านดุคซึบ.....	14
3.1.1 วัสดุและอุปกรณ์.....	14
3.1.2 วิธีการเตรียมด้านดุคซึบ.....	15
3.1.3 ลักษณะสมบัติของด้านดุคซึบ.....	16
3.2 การวัดสมดุลการดุคซึบ.....	16
3.2.1 การวัดสมดุลการดุคซึบและอัตราการดุคซึบน้ำเจ็ลลี่.....	16
3.2.2 การวัดสมดุลการดุคซึบเอทานอล.....	17
4. ผลการทดลองและการวิเคราะห์.....	18
4.1 ลักษณะสมบัติด้านดุคซึบ.....	18
4.2 การดุคซึบน้ำด้วยแรงตึงผิว.....	28

4.3	การดูดซับเอทานอลในน้ำ.....	29
5	บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	34
5.1	บทสรุป.....	34
5.2	ข้อเสนอแนะ.....	34
	รายการอ้างอิง.....	35
	ภาคผนวก.....	37
	ภาคผนวก ก ตัวอย่างการคำนวณ.....	37
	ก.1 ค่าไอโอดีน.....	37
	ก.2 วิธีการคำนวณหาปริมาณการดูดซับ.....	40
	ก.3 การคำนวณอัตราการดูดซับน้ำและอัตราการดูดซับเอทานอล.....	41
	ก.4 อุปกรณ์วัดสมมูลการดูดซับ.....	43
	ก.5 ลักษณะสมบัติของซิงค์คลอไรด์.....	44
	ก.6 แบบจำลองของเฮนรี่และแลงเมียร์.....	47
	ภาคผนวก ข ข้อมูลการทดลอง.....	49
	ภาคผนวก ค ไอโซเทอมการดูดซับ.....	52
	ประวัติผู้เขียน.....	57



## สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
1.1	กรรมวิธีการผลิตด้านดูดซับในระดับงานวิจัย..... 9
2.2	แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของของเหลว..... 10
2.3	วิธีวัดความตึงผิวโดยใช้หลอดคะปิลลารี..... 11
2.4	สมดุลการดูดซับพื้นฐาน..... 12
4.1	ตัวอย่างหนึ่งของปฏิกิริยากำจัดน้ำของเซลลูโลส..... 19
4.2	ตัวอย่างทิศทางการเข้าทำปฏิกิริยาของสารละลายซิงค์คลอไรด์..... 20
4.3	ตัวอย่างหนึ่งของการแยกตัวของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว..... 22
4.4	ตัวอย่างหนึ่งของปฏิกิริยากำจัดน้ำของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว.....22
4.5	ลักษณะผิวของด้านดูดซับที่ได้จากการทดลอง..... 25
4.6	ลักษณะพื้นผิวของกะลามะพร้าว..... 26
4.7	ลักษณะพื้นผิวด้านPHO..... 26
4.8	แสดงสมดุลการดูดซับเอทานอลด้วยด้านดูดซับชนิด 7300,2300และPHO..... 29
4.9	แสดงความเข้มข้นของเอทานอลที่เหลือในระบบที่เวลาต่างๆของด้านดูดซับ7300และ ด้านดูดซับ 7300 บด..... 32
4.10	แสดงความเข้มข้นของเอทานอลที่เหลือในระบบที่เวลาต่างๆของด้านดูดซับ2300และ ด้านดูดซับ 2300 บด..... 32
4.11	แสดงความเข้มข้นของเอทานอลที่เหลือในระบบที่เวลาต่างๆของด้านดูดซับ7300บด ด้านดูดซับ 2300 บดและด้านดูดซับPHO..... 33
ก.3	อุปกรณ์วัดสมดุลการดูดซับ..... 43
ก.4	กราฟมาตรฐาน..... 44
ก.5.1	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายซิงค์คลอไรด์กับค่าความเป็น กรดเบส ..... 44
ก.6.1	ความสัมพันธ์เชิงเส้นของสมดุลการดูดซับเอทานอลบนด้านดูดซับ2300,7300และ ด้านดูดซับPHO ของแบบจำลองการดูดซับของเฮนรี่..... 48
ก.6.2	ความสัมพันธ์เชิงเส้นของสมดุลการดูดซับเอทานอลบนด้านดูดซับ2300,7300และ ด้านดูดซับPHO ของแบบจำลองการดูดซับของแลงเมียร์..... 48
ค.1	สมดุลการดูดซับเอทานอลด้วยด้านดูดซับ 7300 และ 2300..... 52
ค.2	สมดุลการดูดซับเอทานอลด้วยด้านดูดซับ 7300 ,2300และด้านดูดซับPHO..... 53

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 แสดงปริมาณพลังงานที่ใช้ในการผลิตเอทานอลร้อยละ 99 ขึ้นไปด้วยกระบวนการแยกประเภทต่างๆ.....	2
2.1 แสดงแบบจำลองสมดุลการดูดซับ.....	12
2.2 แสดงค่าการแพร่ของก๊าซ.....	13
2.3 แสดงค่าการแพร่ของของเหลว.....	13
4.1 แสดงลักษณะถ่านกะลามะพร้าวที่เผา ณ อุณหภูมิ 200 °C และ 350°C.....	21
4.2 แสดงลักษณะสมบัติของถ่านดูดซับที่เตรียมได้ .....	23
4.3 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะสมบัติของถ่านดูดซับ.....	27
4.4 แสดงปริมาณการดูดซับน้ำและอัตราการดูดซับน้ำเฉลี่ยของถ่านดูดซับชนิดต่างๆ.....	28
4.5 แสดงอัตราการดูดซับเอทานอลต่อมวลของถ่านดูดซับของถ่านดูดซับชนิดต่างๆ..	30
4.6 แสดงค่าคงที่สมดุลการดูดซับและปริมาณการดูดซับสูงสุดต่อมวลของถ่านดูดซับ..	31
ก. 3 แสดงอัตราการดูดซับน้ำของถ่านดูดซับชนิดต่างๆ.....	41
ก.3.2 แสดงอัตราการดูดซับน้ำของถ่านดูดซับชนิดต่างๆ.....	42
ก.5.2 สมบัติทางกายภาพของซิงค์คลอไรด์.....	45
ก.5.3 คุณสมบัติพื้นฐานของถ่านดูดซับอุตสาหกรรมPHO.....	46
ข.1 แสดงลักษณะสมบัติของถ่านดูดซับที่เตรียมได้จากการทดลอง.....	49
ข.2 แสดงสมบัติพื้นฐานของถ่านดูดซับที่นำมาดูดซับเอทานอลในน้ำ.....	50
ข.3 แสดงปริมาณการดูดซับน้ำสูงสุดต่อมวลของถ่านดูดซับและอัตราการดูดซับน้ำของถ่านดูดซับชนิดต่างๆ.....	50
ข.4 แสดงค่าคงที่สมดุลการดูดซับและปริมาณการดูดซับสูงสุดต่อมวลของถ่านดูดซับ.....	51
ข.5 แสดงอัตราการดูดซับเอทานอลต่อมวลของถ่านดูดซับชนิดต่างๆ.....	51

สารบัญ (ต่อ)

ญ

หน้า

ค.3	แสดงปริมาณการดูดซับน้ำในเวลาที่ต่างๆของถ่านดูดซับ 7300 ,7300บด.....	53
ค.4	แสดงปริมาณการดูดซับน้ำในเวลาที่ต่างๆของถ่านดูดซับ 2300 ,2300บด.....	54
ค.5	แสดงปริมาณการดูดซับน้ำในเวลาที่ต่างๆของถ่านดูดซับ PHO .....	54
ค.6	แสดงความเข้มข้นของเอทานอลที่เหลือในระบบที่เวลาที่ต่างๆของถ่านดูดซับ7300 และถ่านดูดซับ 7300 บด.....	55
ค.7	แสดงความเข้มข้นของเอทานอลที่เหลือในระบบที่เวลาที่ต่างๆของถ่านดูดซับ2300 และถ่านดูดซับ 2300บด.....	55
ค.8	แสดงความเข้มข้นของเอทานอลที่เหลือในระบบที่เวลาที่ต่างๆของถ่านดูดซับ7300บด ถ่านดูดซับ 2300 บดและถ่านดูดซับPHO.....	56

# สัญลักษณ์และอักษรย่อ

## สัญลักษณ์

$b_l$	ค่าคงที่สมดุลการดูดซับของแลงเมียร์
$b_n$	ค่าคงที่สมดุลการดูดซับของเฮนรี
B	ค่าคงที่สมดุลการดูดซับแบบเบท
$C_e$	ความเข้มข้นของตัวถูกละลายที่จุดสมดุล(g/l)
$C_s$	ความสามารถในการละลายของตัวถูกละลายในสารละลายที่จุดสมดุล(g/l)
$D_v$	ค่าการแพร่ของก๊าซ( $\text{cm}^2/\text{s}$ )
$D_L$	ค่าการแพร่ของของเหลว( $\text{cm}^2/\text{s}$ )
g	ค่าคงที่อัตราเร่งของความโน้มถ่วงของโลก
h	ความสูงของของเหลวในหลอดคະปิลลารี
K	ค่าคงที่สมดุลการดูดซับของฟรอยดลิตซ์
P	ความดัน(atm)
r	รัศมีของคະปิลลารี
T	อุณหภูมิ(K)
X	ปริมาณที่ถูกดูดซับ(mg/g)
$X_m$	ปริมาณที่ถูกดูดซับสูงสุด(mg/g)

## อักษรกรีก

$\gamma$	แรงตึงผิวของของเหลว
$\rho$	ความหนาแน่นของของเหลว