

ผลของปริมาณกำมะถันในน้ำมันดิบที่มีต่อค่าใช้จ่ายในการบำบัดกำมะถันในโรงกลั่นน้ำมัน



นายชัยรัตน์ อรัญญษทรรศน์

ศูนย์วิจัยทรัพยากรธรณี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี


คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-1930-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF SULFUR CONTENT IN CRUDE OIL ON THE COST OF DESULFURIZATION IN
A PETROLEUM REFINERY



Mr. Chairat Aranyasathat

ศูนย์วิทยทรัพยากร
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

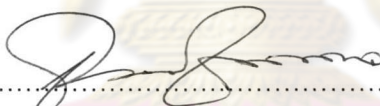
ISBN 974-17-1930-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของปริมาณกำมะถันในน้ำมันดิบที่มีต่อค่าใช้จ่ายในการบำบัด
กำมะถันในโรงกลั่น
โดย นายชัยรัตน์ อรัญญษทรศรณี
สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี
อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม นายฉัตรฐาพงศ์ วัจนากร

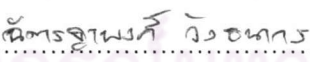
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

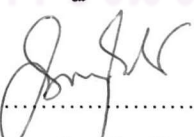

..... คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการสอบ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย ชรินพานิชกุล)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(นายฉัตรฐาพงศ์ วัจนากร)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วิทย์ สุนทรนันท์)

ชัชรัตน์ อรัญญษทรศน์ : ผลของปริมาณกำมะถันในน้ำมันดิบที่มีต่อค่าใช้จ่ายในการบำบัดกำมะถันในโรงกลั่น (EFFECTS OF SULFUR CONTENT IN CRUDE OIL ON THE COST OF DESULFURIZATION IN A PETROLEUM REFINERY)

อ. ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ ตันตะพานิชกุล, อ. ที่ปรึกษาร่วม : นาย
ฉัตรฐาพงศ์ วัจนากร, 109 หน้า. ISBN 974-17-1930-2.

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการกระจายตัวของปริมาณกำมะถันรวมในน้ำมันดิบที่กระจายตัวลงในคาบจุดเดือดต่างๆ ของน้ำมันดิบ โดยแบ่งประเภทน้ำมันดิบออกเป็นประเภทต่างๆ ตามแหล่งกำเนิด คือแหล่งตะวันออกไกล แหล่งตะวันออกกลาง และแหล่งแอฟริกาและอเมริกาพบว่าปริมาณกำมะถันมีแนวโน้มการกระจายตัวในคาบจุดเดือดที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น เช่นคาบจุดเดื่อน้ำมันดีเซลและน้ำมันเตา ดังนั้นค่าใช้จ่ายหลักในการบำบัดกำมะถันจะเน้นหนักในค่าใช้จ่ายในการบำบัดกำมะถันของน้ำมันคาบจุดเดื่อดังกล่าว รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการผสม (Blending) น้ำมันเตาให้ได้มาตรฐานของกำมะถัน

จากการทดสอบหาความสัมพันธ์ในการกระจายตัวของปริมาณกำมะถันในน้ำมันดิบที่กระจายตัวในคาบจุดเดือดต่างๆ ของน้ำมันดิบโดยใช้เครื่องมือการวิเคราะห์ข้อมูลในโปรแกรมไมโครซอฟต์เอกเซลช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 พบว่าปริมาณกำมะถันที่กระจายตัวในคาบจุดเดื่อดังกล่าว ของน้ำมันดิบมีรูปแบบความสัมพันธ์ของการถดถอยเชิงพหุนามกำลังสองอย่างมีนัยสำคัญ

จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยสามารถประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ในการกระจายตัวของปริมาณกำมะถันในการประเมินค่าใช้จ่ายที่เปลี่ยนแปลงไปในการบำบัดน้ำมันดิบที่มีปริมาณกำมะถันแตกต่างกันไปจากฐานข้อมูลน้ำมันดิบเดิมเพื่อประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจในการเลือกซื้อน้ำมันดิบให้มีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น

ภาควิชา	วิศวกรรมเคมี.....	ลายมือชื่อนิติต	<i>นิติต อรัญญษทรศน์</i>
สาขาวิชา	วิศวกรรมเคมี.....	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	<i>วิวัฒน์ ตันตะพานิชกุล</i>
ปีการศึกษา	2545.....	ลายมือชื่อที่ปรึกษาร่วม	<i>ฉัตรฐาพงศ์ วัจนากร</i>

4471411421 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING

KEYWORD : SULFUR IN CRUDE OIL/ SULFUR DISTRIBUTION/ DESULFURIZATION

CHAIRAT ARANYASATHAT : EFFECTS OF SULFUR CONTENT IN
CRUDE OIL IN THE COST OF DESULFURIZATION IN A PETROLEUM
REFINERY. THESIS ADVISOR : PROF.WIWUT TANTHAPANICHKAKOON,
Ph.D., THESIS COADVISOR : CHATAPONG WUNGTANAGORN, 109
pp., ISBN 974-17-1930 -2.

This research is aimed to study the sulfur distribution pattern in each boiling range on various types of crude oil. By classifying crude oil in the study into 3 types by their origins i.e. Middle East, Far East, West Africa and America, we found that the sulfur in various types of crude oil has more tendencies to concentrate in high boiling range such as Gas Oil and Fuel Oil. Thus, the main cost in treating sulfur shall be the desulfurization of such high boiling range fractions, including the blending of Fuel Oil to meet its specified sulfur content.

We have carried out the relationship analysis between the sulfur distribution pattern and boiling range of each fraction by using Data Analysis Tools Pak under Microsoft Excel[®] software at 95% confidence level and found that the sulfur distribution pattern in each boiling range of crude oil was significantly represented with the parabolic regression equation.

From the above, we can apply the knowledge of sulfur distribution pattern to the evaluation of the change in sulfur treating cost when the crude sulfur content deviates from the crude oil database. This can lead to more precise evaluation on crude selection.

Department....CHEMICAL ENGINEERING.. Student's signature.....*Chairat A*.....
Field of study..CHEMICAL ENGINEERING.. Advisor's signature.....*Wiwut Tanthapanichkoon.*.....
Academic year2002..... Co-advisor's signature.....*Chatapong W.*.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดต่างๆ ในการทำการวิจัยด้วยดีตลอด ขอขอบคุณบริษัท ไทยออยล์ จำกัด ที่สนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้ และคณะกรรมการสอบได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย ชรินพานิชกุล คุณฉัตรฐาพงศ์ วัฒนากุล และอาจารย์ ดร.วิทย์ สุนทรนันท์ ที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงวิทยานิพนธ์

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา อาจารย์ และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย.....	2
1.4 สมมุติฐาน.....	3
1.5 ขั้นตอนในการทำการวิจัย.....	3
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย.....	3
บทที่ 2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 สารประกอบกำมะถันในน้ำมัน.....	4
2.2 การบำบัดกำมะถันในน้ำมัน.....	9
บทที่ 3 ทฤษฎี.....	11
3.1 น้ำมันดิบ.....	11
3.1.1 ลักษณะและองค์ประกอบ.....	11
3.1.1.1 สารประกอบไฮโดรคาร์บอน.....	11
3.1.1.2 สารประกอบอื่นๆ.....	14
3.1.2 การแยกประเภทน้ำมันดิบ.....	17
3.1.3 การวิเคราะห์น้ำมันดิบ.....	20
3.1.3.1 การประเมินคุณค่าน้ำมันดิบ.....	22
3.1.3.2 การกลั่นแยกน้ำมันดิบตามมาตรฐานสถาบันปิโตรเลียมอเมริกา.....	23

บทที่	หน้า
3.2	กระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ.....26
3.2.1	หน่วยกลั่น.....26
3.2.2	หน่วยเปลี่ยนแปลงสภาพโมเลกุล.....29
3.3	กระบวนการบำบัดกำมะถัน.....33
3.3.1	กระบวนการบำบัดกำมะถันโดยใช้สารละลายเคมี.....33
3.3.1.1	กระบวนการบำบัดกำมะถันในก๊าซ.....33
3.3.1.2	กระบวนการบำบัดกำมะถันด้วยกระบวนการสวิตเทนนิ่ง..... 37
3.3.2	กระบวนการบำบัดกำมะถันด้วยไฮโดรเจน.....40
3.3.2.1	ไฮโดรทรีตเตอร์..... 40
3.3.2.2	ไฮโดรดีซัลเฟอร์ไรเซชัน..... 41
3.3.3	กระบวนการบำบัดอื่นๆ43
3.4	กระบวนการผลิตของโรงกลั่นไทยออยล์.....44
บทที่ 4	ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย..... 47
4.1	การกระจายตัวของปริมาณกำมะถันในน้ำมันดิบ.....47
4.1.1	ความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของปริมาณกำมะถันในน้ำมันดิบ.....48
4.1.1.1	ความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของปริมาณกำมะถันในน้ำมันดิบ แหล่งตะวันออกไกล.....48
4.1.1.2	ความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของปริมาณกำมะถันในน้ำมันดิบ แหล่งตะวันออกกลาง.....52
4.1.1.3	ความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของปริมาณกำมะถันในน้ำมันดิบ แหล่งแอฟริกาและอเมริกา.....56
4.2	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์.....60
4.2.1	ความหมายของตาราง Regression Statistics.....60
4.2.2	ความหมายของตาราง Anova.....61
4.2.3	ความหมายของตาราง Coefficient.....62
4.3	การประเมินค่าใช้จ่ายในการบำบัดกำมะถัน..... 63
4.3.1	ข้อมูลปริมาณการใช้ก๊าซไฮโดรเจนจากหน่วยบำบัดกำมะถัน.....64
4.3.2	ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการบำบัดกำมะถัน.....69

บทที่	หน้า
4.3.2.1 ค่าใช้จ่ายในการผลิตไฮโดรเจนของโรงกลั่น.....	69
4.3.2.2 ค่าใช้จ่ายในการเดินหน่วยบำบัดกำมะถัน.....	71
4.2.3 วิธีการประเมินค่าใช้จ่ายในการบำบัดกำมะถันในกรณีที่มีปริมาณกำมะถัน ในน้ำมันดิบมีปริมาณเปลี่ยนแปลงไปจากฐานข้อมูลน้ำมันดิบ.....	72
4.3 การประยุกต์ผลงานวิจัยเพื่อใช้ในการเลือกซื้อน้ำมันดิบ.....	76
บทที่ 5 สรุปผลงานวิจัย.....	82
5.1 สรุปผลงานวิจัย.....	82
5.2 งานวิจัยที่ควรทำต่อในอนาคต.....	83
รายการอ้างอิง.....	84
ภาคผนวก.....	86
ภาคผนวก ก.....	87
ภาคผนวก ข.....	101
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	109

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 การกระจายตัวของเมอร์แคพแทนซัลเฟอร์ในคาบจุดเดือดต่างๆ ของน้ำมันดิบ อาราเบียนไลท์.....	6
2.2 รูปแบบของเมอร์แคพแทนซัลเฟอร์ในน้ำมันดิบ.....	6
2.3 รูปแบบของซัลไฟต์ในน้ำมันดิบ.....	7
2.4 รูปแบบของไฮโดรฟีนส์ในน้ำมันดิบ.....	8
2.5 การกระจายตัวของปริมาณกำมะถันในคาบจุดเดือดต่างๆ ในน้ำมันดิบอาราเบียนไลท์... 8	
3.1 คุณสมบัติของไฮโดรคาร์บอน.....	13
3.2 การกระจายตัวของปริมาณกำมะถันในคาบจุดเดือดต่างๆ ของน้ำมันดิบ.....	14
3.3 ข้อมูลของการประเมินค่าน้ำมันดิบจากแหล่งकुเวต.....	21
3.4 หน่วยกลั่นหลักของโรงกลั่นน้ำมัน.....	27
3.4 หน่วยกลั่นหลักของโรงกลั่นน้ำมัน (ต่อ).....	28
3.5 กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพโมเลกุลเพื่อปรับปรุงคุณภาพ.....	30
3.6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพโมเลกุลเพื่อเพิ่มผลิตภัณฑ์.....	31
4.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรูปแบบความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของปริมาณ กำมะถันในน้ำมันดิบแหล่งตะวันออกไกลคาบจุดเดือดน้ำมันแนฟทา.....	50
4.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรูปแบบความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของปริมาณ กำมะถันในน้ำมันดิบแหล่งตะวันออกไกลคาบจุดเดือดน้ำมันก๊าด.....	50
4.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรูปแบบความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของปริมาณ กำมะถันในน้ำมันดิบแหล่งตะวันออกไกลคาบจุดเดือดน้ำมันดีเซล.....	51
4.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรูปแบบความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของปริมาณ กำมะถันในน้ำมันดิบแหล่งตะวันออกไกลคาบจุดเดือดน้ำมันเตา.....	51
4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรูปแบบความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของปริมาณ กำมะถันในน้ำมันดิบแหล่งตะวันออกกลางคาบจุดเดือดน้ำมันแนฟทา.....	53
4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรูปแบบความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของปริมาณ กำมะถันในน้ำมันดิบแหล่งตะวันออกกลางคาบจุดเดือดน้ำมันก๊าด.....	54
4.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรูปแบบความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของปริมาณ กำมะถันในน้ำมันดิบแหล่งตะวันออกกลางคาบจุดเดือดน้ำมันดีเซล.....	54

ตาราง	หน้า
4.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรูปแบบความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของปริมาณ กำมะถันในน้ำมันดิบแหล่งตะวันออกกลางคาบจุดเดือดน้ำมันเตา.....	55
4.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรูปแบบความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของปริมาณ กำมะถันในน้ำมันดิบแหล่งแอฟริกาและอเมริกาคาบจุดเดือดน้ำมันแอฟทา.....	57
4.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรูปแบบความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของปริมาณ กำมะถันในน้ำมันดิบแหล่งแอฟริกาและอเมริกาคาบจุดเดือดน้ำมันก๊าด.....	58
4.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรูปแบบความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของปริมาณ กำมะถันในน้ำมันดิบแหล่งแอฟริกาและอเมริกาคาบจุดเดือดน้ำมันดีเซล.....	58
4.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรูปแบบความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของปริมาณ กำมะถันในน้ำมันดิบแหล่งแอฟริกาและอเมริกาคาบจุดเดือดน้ำมันเตา.....	59
4.13 องค์ประกอบของก๊าซที่ผลิตได้จากหน่วยเปลี่ยนแปลงสภาพโมเลกุล.....	64
4.14 ปริมาณก๊าซไฮโดรเจนที่ใช้ในหน่วยบำบัดกำมะถันโรงกลั่นไทยออยล์ในปี 2545 เปรียบเทียบกับปริมาณการใช้ก๊าซไฮโดรเจนที่คำนวณได้จากทฤษฎี.....	68
4.15 แสดงค่าใช้จ่ายในหน่วยบำบัดกำมะถันของโรงกลั่นไทยออยล์ที่อัตราการป้อนที่ 5,000 ตันต่อวัน ปริมาณกำมะถันในวัตถุดิบร้อยละ 0.8 โดยน้ำหนัก ในผลิตภัณฑ์ร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนัก.....	71
4.16 แสดงค่าใช้จ่ายในการบำบัดกำมะถันที่เปลี่ยนแปลงจากข้อมูลปริมาณกำมะถันที่มี อยู่เดิมในคาบจุดเดือดน้ำมันดีเซล.....	74
4.17 แสดงค่าใช้จ่ายในการบำบัดกำมะถันที่เปลี่ยนแปลงจากข้อมูลปริมาณกำมะถันที่มีอยู่ เดิมในคาบจุดเดือดน้ำมันแอฟทา.....	77
4.18 ต้นทุนและกำไรเบื้องต้นของการเลือกซื้อน้ำมันดิบจากแหล่งต่างๆ.....	78
4.19 ค่าปริมาณกำมะถันที่เปลี่ยนแปลงไปจากฐานข้อมูลน้ำมันดิบ.....	79
4.20 ค่าใช้จ่ายในการบำบัดกำมะถันที่เปลี่ยนแปลงไปจากฐานข้อมูลน้ำมันดิบในคาบ จุดเดือดน้ำมันดีเซล.....	79
4.21 ค่าใช้จ่ายที่เปลี่ยนแปลงไปในการผสมน้ำมันเตาในกรณีที่ปริมาณกำมะถันเปลี่ยนแปลง ไปจากฐานข้อมูลน้ำมันดิบ.....	80

ตาราง

หน้า

4.22 กำไรสุทธิจากการรวมค่าใช้จ่ายที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากปริมาณกำมะถันในน้ำมันดิบ
เปลี่ยนแปลงไปจากฐานข้อมูลน้ำมันดิบ..... 81



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญญภาพ

รูป	หน้า
3.1 สารประกอบอินทรีย์กำมะถัน.....	15
3.2 กระบวนการบำบัดกำมะถันด้วยสารละลายโซดาไฟ.....	34
3.3 กระบวนการบำบัดกำมะถันด้วยสารละลายเอมีน.....	36
3.4 กระบวนการสวิตเทนนิ่งแบบลิควิด-ลิควิดเมอโรกซ์.....	38
3.5 กระบวนการสวิตเทนนิ่งแบบเบดคงที่.....	39
3.6 กระบวนการผลิตของโรงกลั่นไทยออยล์.....	46
4.1 ข้อมูลการกระจายตัวของปริมาณกำมะถันในคาบจุดเดือดต่างๆ ในน้ำมันดิบแหล่ง ตะวันออกไกล.....	49
4.2 ข้อมูลการกระจายตัวของปริมาณกำมะถันในคาบจุดเดือดต่างๆ ในน้ำมันดิบแหล่ง ตะวันออกกลาง.....	52
4.3 ข้อมูลการกระจายตัวของปริมาณกำมะถันในคาบจุดเดือดต่างๆ ในน้ำมันดิบแหล่ง แอฟริกาและอเมริกา.....	56
4.4 กระบวนการผลิตของหน่วยเปลี่ยนแปลงสภาพโมเลกุล.....	69
4.5 ความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายในการบำบัดกำมะถันที่เพิ่มขึ้นจากฐานข้อมูลน้ำมันดิบ โอมาน.....	75

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย