



248279

นายนันทวัฒน์ นนทยา

ฉบับที่ ๑ ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



248279

การลดคราบน้ำมันที่ชั้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ด้วยเครื่องล้างไฮโดรคาร์บอนแบบอัตโนมัติ



นายันทวัฒน์ นันยา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



5 0 7 0 3 1 8 5 2 1

REDUCTION OF OIL CONTAMINATION ON HARD DISK DRIVE PARTS WITH
AUTOMATIC HYDROCARBON WASHING MACHINE

Mr. Nuntawat Nunya

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

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การลดคราบน้ำมันที่ขึ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ด้วยเครื่องล้าง
ไฮโดรคาร์บอนแบบอัตโนมัติ

โดย

นายนันท์วัฒน์ นันยา

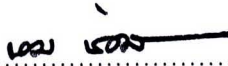
สาขาวิชา

วิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ตั้งจิตลิตเจริญ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

.....  คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญสม เลิศนัทธวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....  ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

.....  อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ตั้งจิตลิตเจริญ)

.....  กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ)

.....  กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ จรุณ มหิตาฟองกุล)

นันทวัฒน์ นันยา : การลดครบน้ำมันที่ขึ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ด้วยเครื่องล้าง
ไฮโดรคาร์บอนแบบอัตโนมัติ. (REDUCTION OF OIL CONTAMINATION ON HARD
DISK DRIVE PARTS WITH AUTOMATIC HYDROCARBON WASHING
MACHINE) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร.สมเกียรติ ตั้งจิตตติเจริญ, 141 หน้า.

248279

จุดมุ่งหมายของการวิจัยนี้ เพื่อศึกษาการลดครบน้ำมันที่ขึ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ด้วย
เครื่องล้างไฮโดรคาร์บอนแบบอัตโนมัติ โดยจะพิจารณาจากร้อยละของของเสียของขึ้นส่วน
ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่มีครบน้ำมันน้อยที่สุด และประยุกต์ใช้วิธีการของทางภูมิศาสตร์และวิธีพื้นผิวผลตอบ
การทดลองถูกออกแบบขึ้นโดยวิธีการของทางภูมิศาสตร์ ซึ่งเมทริกซ์การทดลองประกอบด้วย
พารามิเตอร์ของเครื่องล้างไฮโดรคาร์บอนแบบอัตโนมัติทั้ง 9 พารามิเตอร์ จากการทดลองพบว่า
ทุกพารามิเตอร์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยที่อุณหภูมิของถังแวคคัม (vacuum tank) เป็น
พารามิเตอร์หลักที่มีผลต่อร้อยละของของเสียของขึ้นส่วนที่มีครบน้ำมัน รองลงมา คือ รอบ
เวลาของถังทรายเออร์ (dryer tank), รอบเวลาของสเปรย์ภายในถังทรายเออร์, รอบเวลา
ของถังดิฟฟิงที่ 2 (dipping tank no.2), รอบเวลาของถังดิฟฟิงที่ 1 (dipping tank no.1),
รอบเวลาของถังเวทิง (waiting tank), รอบเวลาของถังอัลตราโซนิก (ultrasonic tank),
รอบเวลาของถังแวคคัม และอุณหภูมิของถังทรายเออร์ ตามลำดับ

จากนั้น สร้างสมการกำลังสองของร้อยละของของเสียของขึ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่มี
ครบน้ำมัน โดยใช้วิธีพื้นผิวผลตอบ ซึ่งสมการที่ประสิทธิภาพและสามารถนำไปพยากรณ์ ร้อย
ละของของเสียได้ด้วยระดับความเชื่อมั่น 95% และได้พารามิเตอร์ของเครื่องล้างไฮโดรคาร์บอน
ที่เหมาะสม คือ อุณหภูมิของถังแวคคัม 44.9495°C , อุณหภูมิของถัง ทรายเออร์ 90°C ,
รอบเวลาของถังดิฟฟิงที่ 1 150 วินาที, รอบเวลาของถังดิฟฟิงที่ 2 150 วินาที, รอบเวลาของ
ถังอัลตราโซนิก 210 วินาที, รอบเวลาของถังเวทิง 210 วินาที, รอบเวลาของถังแวคคัม 210
วินาที, รอบเวลาของถังทรายเออร์ 658.182 วินาที และรอบเวลาของสเปรย์ภายในถังทรายเออร์
247.879 วินาที การวิจัยนี้สามารถลดร้อยละของของเสียของขึ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่มีครบน้ำมัน
จากร้อยละ 2.565 เหลือร้อยละ 0.127

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ.....ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
ปีการศึกษา.....2553.....

5070318521 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS : HARD DISK DRIVE PART/ PERCENTAGE OF DEFECTIVES/ OIL CONTAMINATION/ TAGUCHI METHOD/ RESPONSE SURFACE METHODOLOGY

NUNTAWAT NUNYA : REDUCTION OF OIL CONTAMINATION ON HARD DISK DRIVE PARTS WITH AUTOMATIC HYDROCARBON WASHING MACHINE. THESIS ADVISOR : ASST.PROF.SOMKIAT TANGJITSITCHAROEN, D.Eng, 141 pp.

248279

The aim of this research is to study the reduction of the oil contamination on hard disk drive parts using the automatic hydrocarbon washing machine. The washing conditions have been evaluated with the use of Taguchi method and response surface methodology. The optimal washing conditions have been determined to minimise the percentage of defectives of oil contamination. It is found that all parameters are high significance level of 0.05. The temperature of vacuum tank is the dominant parameter affecting the percentage of defectives of oil contamination, following by the cycle time of dryer tank, the cycle time of spray in dryer tank, the cycle time of dipping tank no.2, the cycle time of dipping tank no.1, the cycle time of waiting tank, the cycle time of hydrocarbon tank, the cycle time of vacuum tank and the temperature of dryer tank, repectively.

A second-order response surface model for the percentage of defectives of oil contamination has been developed from the observed data. The predicted model can be effectively used to predict the percentage of defectives of oil contamination by using the automatic hydrocarbon washing machine with 95% confidential level. The washing conditions from the response optimization are the 44.9495 °C of vacuum tank of, the 90 °C of dryer tank of, the cycle time of dipping tank no.1 of 150 sec, the cycle time of dipping tank no.2 of 150 sec, the cycle time of ultrasonic tank of 210 sec, the cycle time of waiting tank of 210 sec, the cycle time of vacuum tank of 210 sec, the cycle time of dryer tank of 658.182 sec, and the cycle time of spray in dryer tank of 247.879 sec. This research can reduce the percentage of defectives of oil contamination from 2.565% to 0.127%.

Department :Industrial Engineering..... Student's Signature 

Field of Study :Industrial Engineering..... Advisor's Signature 

Academic Year :2010.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี โดยความช่วยเหลือจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ตั้งจิตตติเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งเสียสละให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาของการวิจัย รวมถึงทุนการวิจัยครั้งนี้ได้รับสนับสนุนจากบริษัท อินทิเกรเทด พร็อพเพอร์ตี้ (ประเทศไทย) จำกัด จึงขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี ธรรมมาภรณ์พิลาศ และรองศาสตราจารย์จุฬามหิธาฟองกุล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง พร้อมทั้งให้ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ และความช่วยเหลือ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยสนับสนุน และให้กำลังใจตลอดการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอขอบคุณ พี่ๆ น้องๆ และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีได้กล่าวไว้น ณ ที่นี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	10
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	11
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	11
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	11
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	13
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	41
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	48
3.1 การออกแบบการทดลอง.....	48
3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล	68
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	69

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
4.1 ผลการวิเคราะห์.....	70
4.2 อิทธิพลของปัจจัยที่มีต่อสัดส่วนของชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่มีคราบน้ำมัน.....	89
4.3 การวิเคราะห์พื้นผิวผลตอบ.....	75
4.4 การหาสภาวะที่เหมาะสม.....	95
4.5 การทดสอบยืนยันผล.....	97
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	100
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	100
5.2 อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	101
รายการอ้างอิง.....	103
ภาคผนวก.....	106
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งานของเครื่องล้างไฮโดรคาร์บอนแบบอัตโนมัติ.....	107
ภาคผนวก ข สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง.....	137
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	141

สารบัญตาราง

ตาราง

หน้า

1.1 : การล้างแบบต่าง ๆ ที่โรงงานกรณีศึกษาใช้ในปัจจุบัน	2
1.2 : ปริมาณชิ้นงานที่มีคราบน้ำมันกับปริมาณเอาท์พุทของชิ้นงาน	2
1.3 : ส่วนประกอบของเครื่องล้างไฮโดรคาร์บอนแบบอัตโนมัติ	5
1.4 : คอมโพเนนท์ของเครื่องล้างไฮโดรคาร์บอนแบบอัตโนมัติ	8
1.5 : ลักษณะการทำงานของเครื่องล้างไฮโดรคาร์บอนแบบอัตโนมัติ	8
2.1 : พัฒนาการของการออกแบบการทดลอง.....	17
2.2 : รายละเอียดของตารางออกทอกอนอล อะเรีย.....	20
2.3 : ตารางออกทอกอนอล อะเรียมาตรฐาน L_8	21
2.4 : การกำหนดจำนวนตัวอย่างสำหรับการทดลองของข้อมูลชนิดต่อเนื่องสำหรับออกทอกอนอล อะเรีย L_8	24
2.5 : การกำหนดจำนวนตัวอย่างสำหรับการทดลองของข้อมูลชนิดไม่ต่อเนื่องสำหรับออกทอกอนอล อะเรีย L_8	25
2.6 : ตัวอย่างตารางปัจจัยร่วมระหว่างคอลัมน์ $L_{16}(2^{15})$	26
2.7 : รูปแบบข้อมูลจากการทดลอง.....	34
2.8 : ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน.....	34
3.1 : สรุปเหตุและผลของปัญหาที่เกี่ยวกับการลดคราบน้ำมันของชิ้นงานฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ด้วยเครื่องล้างไฮโดรคาร์บอนแบบอัตโนมัติ.....	49
3.2 : สรุประดับปัจจัยที่ใช้ในการทดลองของการลดคราบน้ำมันบนชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ด้วยเครื่องล้างไฮโดรคาร์บอนแบบอัตโนมัติ.....	56
3.3 : ตารางออกทอกอนอล อะเรีย $L_{27}(3^{13})$ ของทากูชิ.....	57
3.4 : ตารางปัจจัยร่วมระหว่างคอลัมน์ L_{27}	60
3.5 : ตารางออกทอกอนอล อะเรีย $L_{27}(3^{13})$ ของการทดลอง.....	61
3.6 : ตารางออกทอกอนอล อะเรีย L_{27} ของการทดลอง.....	62

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง

หน้า

3.7 : ตารางลำดับการทดลอง.....	64
3.8 : ตารางที่ใช้ในการเก็บข้อมูลของการทดลอง	68
4.1 : ผลการทดลองของชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ชนิด Shaft Aries	70
4.2 : ผลการทดลองของชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ชนิด Sleeve Aries.....	71
4.3 : S/N Ratio ของผลการทดลองของชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ชนิด Shaft Aries	73
4.4 : S/N Ratio ของผลการทดลองของชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ชนิด Sleeve Aries.....	74
4.5 : Response table สำหรับ S/N ratios ของร้อยละของชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ชนิด Shaft Aries ที่มีคราบน้ำมันของพารามิเตอร์ของเครื่องล้างไฮโดรคาร์บอนแบบอัตโนมัติ .	75
4.6 : ตาราง ANOVA สำหรับค่า S/N Ratio ของร้อยละของชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ชนิด Shaft Ariesที่มีคราบน้ำมัน	77
4.7 : Response table สำหรับ S/N ratios ของร้อยละของชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ชนิด Sleeve Aries ที่มีคราบน้ำมันของพารามิเตอร์ของเครื่องล้างไฮโดรคาร์บอนแบบอัตโนมัติ82	
4.8 : ตาราง ANOVA สำหรับค่า S/N Ratio ของร้อยละของชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ชนิด Sleeve Aries ที่มีคราบน้ำมัน	84
4.9 : ตาราง ANOVA สำหรับพื้นผิวผลตอบสำหรับร้อยละของชิ้นส่วนที่มีคราบน้ำมัน	90
4.10 : สรุปสถานะที่เหมาะสมในการลดคราบน้ำมันบนชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ด้วยเครื่องล้างไฮโดรคาร์บอนแบบอัตโนมัติ	97
4.11 : ร้อยละของชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่มีคราบน้ำมันของการทดลองยืนยันผล	98
4.12 : การทดสอบ t-test ของร้อยละของชิ้นส่วนที่มีคราบน้ำมันของการทดลองยืนยันผล	99

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ

หน้า

1.1 : คราบน้ำมันบนชิ้นงาน.....	1
1.2 : แผนภาพแสดงร้อยละของของเสียสำหรับชิ้นงานตัวอย่าง ในเดือน มกราคม 2552.....	3
1.3 : แผนภาพแสดงร้อยละของของเสียสำหรับชิ้นงานตัวอย่าง ในเดือน กุมภาพันธ์ 2552.....	3
1.4 : เครื่องล้างไฮโดรคาร์บอนแบบอัตโนมัติ.....	4
1.5 : โมเดลของเครื่องล้างไฮโดรคาร์บอนแบบอัตโนมัติ.....	4
1.6 : basket ใส่ชิ้นงาน.....	10
2.1 : แผนภาพพาเรโต.....	13
2.2 : แผนภาพเหตุและผล.....	15
2.3 : สัญลักษณ์ของตารางออกทอกอนอล อะเรีย.....	19
2.4 : กราฟเชิงเส้น $L_4(2^3)$	25
2.5 : การแจกแจงความน่าจะเป็นของ F.....	33
2.6 : ฟังก์ชันการแจกแจงสะสมตามสมมติฐาน ($\hat{F}(x)$) และฟังก์ชันการแจกแจงสะสมจากตัวอย่าง ($S(x)$)	41
3.1 : ผังแสดงเหตุและผลของปัญหาเกี่ยวกับการลดคราบน้ำมันสำหรับชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ ไดรฟ์ด้วยเครื่องล้างไฮโดรคาร์บอนแบบอัตโนมัติ.....	49
3.2 : กราฟเชิงเส้นของการทดลอง.....	58
3.3 : กราฟเชิงเส้นมาตรฐาน $L_{27}(3^{13})$	59
3.4 : กราฟเชิงเส้น $L_{27}(3^{13})$ ของการทดลอง.....	61
3.5 : Shaft Aries.....	66
3.6 : โมเดลของ Shaft Aries.....	66
3.7 : Sleeve Aries.....	67

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ

หน้า

3.8 : โมเดลของ Sleeve Aries.....	67
3.9 : ชิ้นงานที่มีคราบน้ำมัน.....	68
4.1 : กราฟของค่า S/N ratio เฉลี่ยของร้อยละของชิ้นส่วน Shaft Aries ที่มีคราบน้ำมันที่ระดับปัจจัยต่าง ๆ.....	76
4.2 : Residual Plot ของผลตอบของการทดลองของ Shaft Aries.....	80
4.3 : Probability Plot ของผลตอบของการทดลองของ Shaft Aries.....	80
4.4 : กราฟของค่า S/N ratio เฉลี่ยของร้อยละของชิ้นส่วน Shaft Aries ที่มีคราบน้ำมันที่ระดับปัจจัยต่าง ๆ.....	83
4.5 : Residual Plot ของผลตอบของการทดลองของ Sleeve Aries.....	85
4.6 : Probability Plot ของผลตอบของการทดลองของ Sleeve Aries.....	85
4.7 : Contour Plot ของร้อยละของชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่มีคราบน้ำมันที่รอบเวลาของถังทรายเออร์ (ถังที่ 7-8) กับรอบเวลาของถังทรายเออร์ ที่รอบเวลาของสเปรย์ในถังทรายเออร์	91
4.8 : Surface Plot ของร้อยละของชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่มีคราบน้ำมันที่รอบเวลาของถังทรายเออร์ (ถังที่ 7-8) กับรอบเวลาของถังทรายเออร์ ที่รอบเวลาของสเปรย์ในถังทรายเออร์	92
4.9 : Contour Plot ของร้อยละของชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่มีคราบน้ำมันที่รอบเวลาของถังทรายเออร์ (ถังที่ 7-8) กับรอบเวลาของสเปรย์ภายในถังทรายเออร์ (ถังที่ 7-8) ที่อุณหภูมิของถังทรายเออร์ : ก) 90 °C, ข) 100 °C และ ค) 110 °C.....	93
4.10 : Surface Plot ของร้อยละของชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่มีคราบน้ำมัน ที่รอบเวลาของถังทรายเออร์ (ถังที่ 7-8) กับรอบเวลาของสเปรย์ภายในถังทรายเออร์ (ถังที่ 7-8) ที่อุณหภูมิของถังทรายเออร์ : ก) 90 °C, ข) 100 °C และ ค) 110 °C.....	94

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4.11 : Contour Plot ของร้อยละของชั้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่มีคราบน้ำมัน ณ อุณหภูมิของ ถังแวกคัม (ถังที่ 5-6) กับรอบเวลาของถังแวกคัม).....	95
4.12 : สภาพวะที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัยในการลดคราบน้ำมันบนชั้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ด้วยเครื่องล้างไฮโดรคาร์บอนแบบอัตโนมัติ.....	95
4.13 : Probability Plot ของผลการทดลองยืนยันผล.....	98