

อิทธิพลของกระบวนการชุบแข็งด้วยกระแสไฟฟ้า
ต่อคุณสมบัติเชิงกลของเพลาน้ำมัน

นาย เทอดศักดิ์ กังวาลยศศักดิ์



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาการจัดการทางวิศวกรรม ศูนย์ระดับภูมิภาควิศวกรรมระบบการผลิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-333-652-4

ลิขสิทธิ์ของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


**INFLUENCES OF INDUCTION SURFACE HARDENING
PROCESS ON MECHANICAL PROPERTIES
OF THE OIL PUMP SHAFT**

Mr. Therdsak Kangwarnyotsak


A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Engineering Management
The Regional Centre for Manufacturing System Engineering
Faculty of Engineering, Chulalongkorn University
Academic Year 1999
ISBN 974-333-652-4

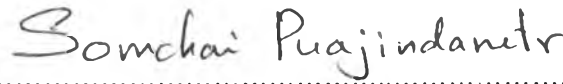
Thesis Title Influences of Induction Surface Hardening Process on
 Mechanical Properties of The Oil-pump Shaft
By Mr. Therdsak Kangwamyotsak
Department The Regional Center for Manufacturing System Engineering
Thesis Advisor Assistant Professor Somchai Puajindanetr, Ph.D.


Accepted by the Faculty of Engineering, Chulalongkorn University in Partial
Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree.


..... Dean of Faculty of Engineering
(Associate Professor Tatchai Sumitra, Dr.Ing)

Thesis Committee


..... Chairman
(Professor Sirichan Thongprasert, Ph.D.)


..... Thesis Advisor
(Assistant Professor Somchai Puajindanetr, Ph.D.)


..... Member
(Assistant Professor Parames Chutima, Ph.D.)

เทอดศักดิ์ กังวาลยศศักดิ์ : อิทธิพลของกระบวนการชุบแข็งโดยกระแสไฟฟ้าต่อคุณสมบัติเชิงกลของเพลาขับน้ำมัน (INFLUENCES OF INDUCTION SURFACE HARDENING PROCESS ON MECHANICAL PROPERTIES OF THE OIL-PUMP SHAFT). อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร.

การวิจัยนี้จะทำการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องในกระบวนการชุบแข็งโดยกระแสไฟฟ้าที่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติเชิงกลทางด้านความแข็งแรงที่ผิวและความแข็งแรงในเชิงลึกของเพลาขับน้ำมัน โดยจะทำการพิจารณาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณสมบัติเชิงกลก่อนและหลังการปรับปรุง และจะทำการหาค่าที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงคุณภาพของเพลาขับน้ำมันให้ได้ตามที่ลูกค้าต้องการ

ในการวิจัยนี้จะทำการทดลองโดยนำชิ้นงานตัวอย่างผ่านกระบวนการ โดยในตอนแรกจะทำการเปลี่ยนค่ากระแสที่ให้แกตัวอย่างโดยจะคงค่าความเร็วในการเคลื่อนที่ของตัวอย่าง หลังจากนั้นจะทำการเปลี่ยนแปลงค่าความเร็วในการเคลื่อนที่ลงโดยให้ค่ากระแสคงที่ และนำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติ

เมื่อผลการทดลองมาวิเคราะห์ปรากฏว่า เมื่อค่ากระแสเพิ่มมากขึ้น ความแข็งแรงที่วัดได้จะมีค่าเพิ่มมากขึ้นด้วย และเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงค่าความเร็วในการเคลื่อนที่ของชิ้นงานตัวอย่างปรากฏว่า เมื่อความเร็วในการเคลื่อนที่ลดลงจะทำให้ความแข็งแรงในเชิงลึกที่ได้มีค่ามากขึ้น และเมื่อนำค่าที่ได้มาตรวจสอบ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลปรากฏว่า สิ่งที่มีผลต่อความแข็งแรงในเชิงลึกมากที่สุดคือ กระแสไฟฟ้า และรองลงมาคือ ความเร็วในการเคลื่อนที่ลง ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความเร็วในการเคลื่อนที่จะมีผลต่อความแข็งแรงในเชิงลึกเท่านั้น แต่จะไม่มีผลต่อความแข็งแรงที่ผิว จากผลการทดลองทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่า เมื่อตั้งค่ากระแสไว้ที่ 110 แอมแปร์ และความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุไว้ที่ 1.7 มิลลิเมตรต่อวินาที จะทำให้เพลาขับน้ำมันมีค่าความแข็งแรงที่ผิวและความแข็งแรงในเชิงลึกตามที่ลูกค้ากำหนด

417 16079 21 : MAJOR ENGINEERING MANAGEMENT

KEYWORD: INDUCTION HARDENING / OIL PUMP SHAFT

MR. THERDSAK KANGWARNYOTSAK : INFLUENCES OF INDUCTION SURFACE
HARDENING PROCESS ON MECHANICAL PROPERTIES OF THE OIL-PUMP SHAFT.

THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. SOMCHAI PUAJINDANETR, Ph.D.

This study concerned with the effects of induction hardening process factors on the mechanical properties which were surface hardness and hardness in depth, of oil pump shafts. Considering the change of mechanical properties before and after induction hardening and the appropriated condition were investigated in order to improve the mechanical properties of oil pump shafts required.

Primarily, the influence of induction hardening, the hardness distribution, the case depth and their relations to the changes of microstructure were studied by considering the variations, which were the electrical current of coil, and the down speed of specimen. After that the specimens were tested by Rockwell C hardness tester and Vicker hardness tester to measure the surface hardness and the hardness in depth respectively.

The results of study showed that (1) the current had the most influence on the surface hardness and hardness in depth, (2) the down speed also had the influence on the surface hardness and hardness in depth, but less than the current applied, and the interaction between current and down speed effected only to the hardness in depth, and (3) suitable condition of this experiment to achieve the customer specification was 110 Amp of current and 1.7 mm/sec of down speed.

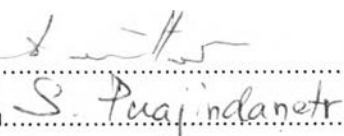
ศูนย์ระดับภูมิภาควิศวกรรมระบบการผลิต

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

ปีการศึกษา 2542

ลายมือชื่อผู้ผลิต.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....



The image shows two handwritten signatures in black ink. The top signature is 'Terd Sak Kangwarnyotsak' and the bottom signature is 'Somchai Puajindanetr'. The signatures are written over dotted lines that correspond to the labels 'ลายมือชื่อผู้ผลิต' and 'ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา'.

ACKNOWLEDGEMENT



The author wishes to express his most sincere appreciation and gratitude to his advisor, Assistant Professor Somchai Puajindanetr, for his continuous guidance, helpful advice and constant encouragement during the period of this research. He is also indebted to Professor. Sirichan Thongprasert and Assistant Professor Parames Chutima, his research committee members for their helpful suggestions and constructive advice.

Author would like to thank the company, RAKS Manufacturing, for the kind help in providing invaluable information and suggestions. Also sincere appreciation are due to all his friends especially in Regional Centre for Manufacturing System Engineering in Thailand who extended their helping hands to make this thesis possible.

Finally, the author expresses his deep gratitude to his beloved family members for their moral support and inspiration.

CONTENTS

Abstract in Thai	iv
Abstract in English	v
Acknowledgement	vi
List of Figures	vii
CHAPTER 1: INTRODUCTION	1
1.1 Background	1
1.2 Statement of problem	3
1.3 Purpose of research	4
1.4 Scope of research	5
1.5 Expected result	5
1.6 Research procedure	5
CHAPTER 2: LITERATURE REVIEW	7
2.1 Theoretical Background	7
2.2 Literature Surveys	34
CHAPTER 3: PROBLEM IDENTIFICATION AND ANALYSIS	36
3.1 Problem identification	36
3.2 Problem analysis	37
CHAPTER 4: EXPERIMENTAL PROCEDURE	40
4.1 Material	40
4.2 Experimental method	40
4.3 Material characterization	41
4.4 Statistical analysis	42
CHAPTER 5: EXPERIMENTAL RESULTS	43
5.1 Material composition result	43
5.2 Hardness testing result	43
5.3 Statistical analysis result	53
5.4 Microstructure result	57
CHAPTER 6: DISCUSSION AND CONCLUSION	61
6.1 Discussion	61
6.2 Conclusion	62

<i>REFERENCES</i>	<hr/>	64
<i>APPENDIX</i>	<hr/>	66
<i>VITA</i>	<hr/>	80

TABLE OF FIGURES

FIGURE NO.	PAGE
1.1 The diagram of oil-pump shafts process	2
1.2 Hardness distribution from surface hardening layer to inner core	3
2.1 Relation of tensile strength and hardness for hardened and tempered	9
2.2 Effect of tempering temperature on the tensile strength and hardness of carbon and alloy steels with 0.3 to 0.55% C	10
2.3 Relation among mechanical properties of 1045-carbon steels	10
2.4 Effect of carbon, manganese, and tempering temperature on Mechanical properties of two heats of water-quenched 1050 steel	11
2.5 Effect of tempering temperature on the hardness of 1035, 1040 and 1046 carbon steel	12
2.6 Effect of variations in carbon and manganese contents on end-quench hardenability of modified 1050 steel	14
2.7 Minimum as-quenched hardness recommended for various final hardness after tempering, Dependence of hardness of as-quenched steel on martensite percentage and carbon	17
2.8 Hardening temperatures for plain carbon steel	19
2.9 Relation of carbon content and percentage martensite to Rockwell C hardness	23
2.10 Variation in surface hardness of steel	30
5.1 Hardness distribution of each current varied	45
5.2 The relation of case depth and coil current at down speed 1.8 mm/sec	45
5.3 Hardness distribution of each down speed varied	48
5.4 Relation of case depth and down speed at current of 105 Amp	48
5.5 Hardness distribution from surface hardening to inner core at down speed 1.6 mm/sec.	49
5.6 Relation of down speed and surface hardness	51

5.7 Relation of down speed and hardness in HV at 0.8 mm in depth to inner core	51
5.8 Relation of current and surface hardness	52
5.9 Relation of current and hardness in depth	52
5.10 Mean value of hardness distribution of current 110 Amp and down speed 1.7 mm/sec.	57
5.11 Microstructure of the specimen before induction hardening	57
5.12 Microstructure of specimen at current 105 Amp, and down speed 1.8 mm/sec.	58
5.13 The microstructure of the specimen at current 110 Amp and down speed 1.7 mm/sec.	60