การพัฒนาต้นแบบก๊อกน้ำตั้งปริมาตรปิดอัตโนมัติ

นาย สุทธิพงศ์ ชลวิไล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาการจัดการทางด้านวิศวกรรม ภาควิชาศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-333-604-4

ลิขสิทธิ์ของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

17 ก.ย. 2546
I 19255135

PROTOTYPE DEVELOPMENT OF SELF-CLOSING VOLUMETRIC FAUCET

Mr. Suthipong Chonwilai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Engineering Business Management
The Regional Centre for Manufacturing Systems Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 1999

ISBN 974-333-604-4

THESIS TITLE	: PROTOTYPE DEVELOPMENT SELF-CLOSING VOLUMETRIC FAUCET
BY	: MR. SUTHIPONG CHONWILAI
DEPARTMENT	: ENGINEERING MANAGEMENT
THESIS ADVISOR	: ASSISTANT PROF. Parames Chutima Ph.D.

Accepted by the Graduate School. Chulalongkorn University in Partial Fuilfilment of the Requirements for the Master's Degree.

..... Dean of Faculty of Engineering

(Associate Professor Dr. Tatchai Sumitra)

Thesis Committee

..... Chairman

(Professor Dr. Sirichan Thongprasert)

..... Thesis Advisor

(Assistant Professor Dr. Parames Chutima)

..... Member

(Assistant Professor Dr. Manop Reodecha)

สุทธิพงศ์ ชลวิไล : การพัฒนาต้นแบบก๊อกน้ำตั้งปริมาตรปิดอัตโนมัติ (PROTOTYPE DEVELOPMENT OF A SELF-CLOSING VOLUMETRIC FAUCET) อ.ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. ปารเมศ ชุติมา, 70 หน้า.
ISBN 974-333-604-4.

ศึกษากระบวนการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ และ พัฒนาต้นแบบก๊อกน้ำตั้งปริมาตรปิดอัตโนมัติ จากความคิดการประดิษฐ์ก๊อกน้ำที่สามารถปิดตัวเอง ได้เมื่อถึงปริมาตรที่ต้องการ นำมาหาข้อกำหนดทางวิศวกรรมด้วยการใช้วิธีการ Quality Function Deployment และนำไปพัฒนาเป็นต้นแบบเพื่อทดสอบความเป็นไปได้ของแนวความคิดรวมทั้งทดสอบความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิคของการประดิษฐ์ก๊อกน้ำตั้งปริมาตรปิดอัตโนมัติ

จากผลการทดสอบ ต้นแบบที่ได้จัดสร้างขึ้น พบว่า ปริมาตรเฉลี่ยที่ก๊อกน้ำทำงานอยู่ที่ 239 ลิตร เปอร์-เซ็นการเบี่ยงเบนของปริมาตรเท่ากับ 2.22 เปอร์เซ็น ค่าเฉลี่ยแรงบิดที่ใช้ในการเปิดก๊อกน้ำตั้งปริมาตรปิดอัตโนมัติเท่ากับ 0.70 นิวตันเมตร และ ค่าเฉลี่ยที่ใช้ในการปลดล็อกกลไกปิดก๊อกน้ำ เท่ากับ 0.118 นิวตันมตร

ภาควิชา ศูนย์ระดับภูมิภาพทางวิศวกรรมระบบการผลิต ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา 2542 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4171622221 : MAJOR ENGINEERING MANAGEMENT
KEY WORD: VOLUMETRIC VALVE / PROTOTYPE DEVELOPMENT / PRODUCT DEVELOPMENT
SUTHIPONG CHONWILAI : PROTOTYPE DEVELOPMENT OF A SELF-CLOSING VOLUMETRIC FAUCET. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. PRAMES CHUTIMA, Ph.D. 70 pp.
ISBN 974-333-604-4

This thesis involved the studies of product development process and prototype development of self-closing volumetric faucet. The customer requirement were identified by quality function deployment technique and the prototype was developed accordingly to proof the concept. The volumetric faucet prototype was tested for finding average water volume, average moment opening requirement, and moment to release ratchet lock mechanism.

From testing volumetric faucet prototype, average water volume is 239 litre, volume deviation is 2.22% , average moment for open volumetric faucet is 0.70 netwon-metre, and average moment for release ratchet lock is 0.118 newton-metre.

ภาควิชา ศูนย์ระดับภูมิภาพทางวิศวกรรมระบบการผลิต ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา 2542 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

ACKNOWLEDGEMENTS

This thesis would be not put out successfully without the kind and sincere spports of many wonderful people. The author wishes to express his thanks and appreciation to all of them: At Chulalongkorn University, Dr. Parames Chutima for his creative ideas and guided to achieve the target of thesis. The author is indebted to him for his dedication helpful guidance, suggestions, and consistently encouragement, Prof.Dr. Sirichan Tongprasert for many comments and worthwhile suggestions which have supported his thesis and study through the registration period. Above all, the most profound gratitude is right fully due to his parents, brothers, sisters, for their unyielding love support, encouragement throughout his life and his success. Their fighting spirit and positive thinking have sent up a working model for him to deal effectively with constraints in particular time.

CONTENTS

	Pages
ABSTRACT (Thai)	iv
ABSTRACT (English)	v
ACKNOWLEDGEMENT	vi
CONTENTS	vii
LIST OF FIGURES	ix
LIST OF TABLES	x
Chapter	
1 Introduction	1
1.1 Background of the project	1
1.2 Statement of problem	2
1.3 Objective	2
1.4 Scope of project	2
1.5 Expected results	3
1.6 Methodology	3
2 Literature review	4
2.1 Water usage in metropolitan	4
2.2 Product design and development process	4
2.3 Quality Function Deployment (QFD)	5
2.4 Concept generation	8
2.4 Prototype development	9
2.5 Volumetric faucet working principle relate	10
3 Volumetric faucet design and development	11
3.1 Design plan for volumetric faucet	11
3.2 Develop volumetric faucet engineering specifications	11
3.3 Volumetric faucet concept generation	14
3.4 Volumetric faucet concept evaluation	21
4 Design volumetric faucet prototype	22
4.1 Find out purpose of prototype and plan	22

CONTENTS (cont.)

Pages

4.2 Design volumetric prototype..... 23

5 Testing volumetric faucet prototype 30

5.1 Flow-rate and volume testing model..... 30

5.2 Open faucet's torque testing model..... 31

5.3 Release ratchet lock testing model..... 33

6 Result of prototype testing..... 36

6.1 Water flow rate and volume relationship..... 36

6.2 Open volumetric faucet's torque..... 37

6.3 Release ratchet lock moment..... 37

6.4 Comparing design specification and prototype testing result..... 39

7 Conclusion & recommendation..... 40

7.1 Product design and development process..... 40

7.2 Testing prototype result..... 40

7.3 Recommendation for further study..... 42

REFERENCES..... 44

APPENDICES..... 45

APPENDIX A: Product development process diagram..... 46

APPENDIX B: Modulus of elasticity..... 48

APPENDIX C: Friction coefficient..... 49

APPENDIX D: Concept evaluation template ....., 53

APPENDIX E: Figures E.1-E.6..... 55

APPENDIX F: Detail drawing of volumetric faucet..... 59

BIOGRAPHY..... 60

LIST OF FIGURES

Pages

Figure 1.1 First prototype of volumetric faucet..... 1

Figure 2.1 The QFD diagram 7

Figure 2.2 QFD diagram in product development process..... 8

Figure 2.3 Analytical model and physical model prototype cycle..... 9

Figure 3.1 Sub-function of volumetric faucet..... 15

Figure 3.2 Adjustable volume ratchet..... 15

Figure 3.3 Sample of one-way ratchet..... 16

Figure 3.4 Transmission function concept..... 16

Figure 3.5 Open/close faucet function concept..... 17

Figure 3.6 Existing fill valve and ball valve in market..... 17

Figure 3.7 Sample of torsion and compression spring..... 18

Figure 3.8 Measure volume concept..... 18

Figure 3.9 Volumetric faucet apply fill valve concept..... 19

Figure 3.10 Volumetric faucet apply ball valve concept..... 19

Figure 4.1 Force apply on torsion spring..... 23

Figure 4.2 Free body diagram of torsion spring in volumetric faucet..... 25

Figure 4.3 Drawing of ratchet gear..... 27

Figure 4.4 Free body diagram of gear and lock ratchet..... 27

Figure 4.5 Free body diagram of lock ratchet..... 28

Figure 5.1 Testing flow rate and volume diagram..... 30

Figure 5.2 Testing open faucet's torque diagram..... 32

Figure 5.3 Testing moment for release ratchet lock diagram..... 33

Figure 6.1 Water flow rate and volume of volumetric faucet..... 36

Figure E.1 Torsion spring in volumetric faucet..... 54

Figure E.2 Volumetric faucet's hosting..... 54

Figure E.3 Ratchet gear and ratchet's lock..... 55

Figure E.4 Volumetric faucet prototype..... 55

Figure E.5 Volumetric faucet installed with testing equipment (close-up)..... 56

Figure E.6 Volumetric faucet install with testing equipment..... 56

LIST OF TABLES

Pages

Table 3.1 Prototype development schdedule..... 11

Table 3.2 Volumetric faucet QFD table..... 13

Table 3.3 Concept evaluation matrix..... 21

Table 4.1 Prototype purpose and development plan..... 22

Table 5.1 Sample data collection table for flow rate and volume testing..... 31

Table 5.2 Sample data collection table for open faucet testing prototype ... 32

Table 5.3 Sample data collection table for release lock testing..... 34

Table 5.4 Result of testing flow rate and volume..... 34

Table 5.5 Open faucet's torque testing reslut..... 35

Table 5.6 Release lock ratchet testing result..... 35

Table 6.1 Moment need to turn on faucet prototype..... 37

Table 6.2 Moment need to release lock's ratchet..... 38

Table 6.3 Prototype's testing results and engineering specification..... 39